



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาและวิเคราะห์ระบบป้องกันอัคคีภัย ในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ กรณีศึกษา:  
อาคารคู้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

Study and Analysis for Fire Protection System in Extra Large Building Case Study:  
Khumklao Building, Bhumibol Adulyadej Hospital

นามผู้วิจัย นาวาอากาศตรีวิชัย สุขกลิ่นันต์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชาติ แจ่มบำรุง, Ph.D. )

ประธานสาขาวิชา

( รองศาสตราจารย์เสรี เสวตเสรี, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาและวิเคราะห์ระบบป้องกันอัคคีภัย ในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ กรณีศึกษา:  
ในอาคารขนาดใหญ่พิเศษอาคารคุ้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

Study and Analysis for Fire Protection System in Extra Large Building Case Study:  
Khumklao Building, Bhumibol Adulyadej Hospital

โดย

นาวาอากาศตรีวิชัย สุขกลิ่นันต์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย)

พ.ศ. 2554

วิชัย สุขกลิ่นดี, นาวาอากาศตรี 2554: การศึกษาและวิเคราะห์ระบบป้องกันอัคคีภัย  
ในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ กรณีศึกษา: อาคารคัมเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช  
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย) สาขาวิศวกรรมป้องกัน  
อัคคีภัย โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชิต แจ้งบำรุง, Ph.D. 124 หน้า

งานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจสอบ วิเคราะห์ และเสนอมาตรการด้านความปลอดภัยจากอัคคีภัยของ  
อาคารขนาดใหญ่พิเศษ โดยใช้กรณีศึกษาจากอาคารคัมเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ซึ่งเป็นอาคาร  
ในส่วนของการกักเก็บอากาศและเป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ที่เป็นสถานที่รักษาผู้ป่วยซึ่งมีทั้งประชาชน  
ทั่วไปและข้าราชการกองทัพอากาศ โดยทำการตรวจสอบอาคารและมาตรฐานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการ  
ป้องกันอัคคีภัยตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์  
และนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาวิเคราะห์ความเสี่ยงภัยจากอัคคีภัย และเสนอมาตรการในการ  
ป้องกันอัคคีภัยให้เป็นไปตามมาตรฐาน พร้อมทั้งคำนวณเวลาที่ใช้ในการอพยพไปสู่พื้นที่ปลอดภัยเมื่อ  
เกิดอัคคีภัย และเสนอแผนอพยพในการหนีไฟสำหรับอาคารคัมเกล้า เพื่อป้องกันการสูญเสียที่จะเกิดขึ้น  
ทั้งชีวิตและทรัพย์สินของทางราชการเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้

ผลการศึกษาพบว่าความปลอดภัยด้านอัคคีภัยของอาคารคัมเกล้า นั้นยังไม่เหมาะสมตาม  
มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย เนื่องจากอาคารถูกใช้งานเป็นเวลานานทำให้  
ระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยส่วนใหญ่อยู่ในสภาพชำรุดไม่สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์และยังขาดการดูแล  
บำรุงรักษาที่เหมาะสม เช่น ระบบดับเพลิงด้วยน้ำ ระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยอัตโนมัติ และนอกจากนี้ใน  
ส่วนของห้องเครื่องยนต์ดับเพลิงที่ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารดับเพลิงโดยวิธีฉีดเฉพาะจุดกับ  
เครื่องยนต์และถังน้ำมันสำรอง มีปริมาณสารดับเพลิงจริงเพียง 250 และ 120 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่  
เพียงพอต่อการดับเพลิง จากการคำนวณตามมาตรฐานจะต้องใช้ปริมาณสารขนาด 739 และ 597  
กิโลกรัม ในกรณีของห้องควบคุมไฟฟ้าที่ใช้สาร HFC-227ea แบบฉีดครอบคลุมทั้งห้อง มีปริมาณ 68  
กิโลกรัม แต่จากการคำนวณจะต้องใช้ปริมาณ 162 กิโลกรัม ซึ่งไม่เพียงพอต่อความปลอดภัย  
เช่นเดียวกัน กรณีของพัดลมอัดอากาศที่ใช้ในเส้นทางหนีไฟ จากการคำนวณพบว่าควรมีขนาดของพัด  
ลมไม่น้อยกว่า 11,436 cfm ส่วนในเรื่องของเส้นทางการหนีไฟภายในโรงพยาบาลส่วนใหญ่พบว่าไม่มีสิ่ง  
กีดขวางในบางจุดทำให้เป็นปัญหาในการขนย้ายผู้ป่วยซึ่งมีผลต่อการอพยพผู้ป่วยเวลาเกิดเหตุเพลิงไหม้

Wichai Sukliwanat, Squadron Leader 2011: Study and Analysis for Fire Protection System in Extra Large Building Case Study: Khumklao Building, Bhumibol Adulyadej Hospital. Master of Engineering (Fire Protection Engineering), Major Field: Fire Protection Engineering, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Assistant Professor Apichart Changbamrung, Ph.D. 124 pages.

This research has examined, analyzed, and proposed fire safety measure for extra large-sized buildings by selecting Khumklao Building, Bhumibol Adulyadej Hospital as a case study. It is one of the buildings located in Royal Thai Air Force and used to provide the medical treatment for people and Royal Thai Air Force officials. The research has been conducted by examining the building and the standard of equipments used in fire prevention according to the Fire Prevention Standards of Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage. Furthermore, the obtained data has been analyzed to identify the risk from conflagration. Consequently, this research has proposed the standard measures for fire prevention including calculate time spent for evacuating people to the safety area in case of fire occurrence. In addition, the fire evacuation plan for Khumklao Building has been established in order to protect the lives and the governmental properties.

The study has indicated that the fire safety measures of Khumklao Building are inappropriate according to the Fire Prevention Standards of Engineering Institute of Thailand. Since the building is occupied for a long time, most of the fire alarm systems, for example water-based fire protection system, automatic fire alarm system are damaged and not properly working due to lacking of appropriate maintenance,. In relation to fire extinguisher room, the actual quantities of carbon dioxide - suppression agent used by injection into the engine and reserved oil tank are 250 and 120 Kilograms, respectively. Compare to the amount from calculation, 739 and 597 Kilograms, those quantities are not sufficient for fire suppression. Besides, in the electrical control room, the quantity of HFC-227ea is 68 kilograms lower than the quantity from calculation at 162 kilograms and also not sufficient for safety management. The research has also indicated that the size of pressurized fan used in fire escape should be at least 11,436 cfm. From the fire escapes within the hospital, some barriers were found being the problem for patient evacuation.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับความช่วยเหลือแนะนำ ความรู้เกี่ยวกับงานวิจัย ได้กำลังใจ และแนวความคิดต่างๆ จากบุคคลหลายท่านซึ่งเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จของวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.อภิชาติ แจ่มบำรุง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางการทำงานวิจัย ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ๆ และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือและเป็นกำลังใจเสมอมาจนทำให้ผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

วิชัย สุขกลิ่นันติ

พฤษภาคม 2554

## สารบัญ

## หน้า

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| สารบัญ                     | (1) |
| สารบัญตาราง                | (2) |
| สารบัญภาพ                  | (3) |
| คำนำ                       | 1   |
| วัตถุประสงค์               | 3   |
| การตรวจเอกสาร              | 4   |
| อุปกรณ์และวิธีการ          | 77  |
| อุปกรณ์                    | 77  |
| วิธีการ                    | 77  |
| ผลและวิจารณ์               | 79  |
| ผล                         | 79  |
| วิจารณ์                    | 110 |
| สรุปและข้อเสนอแนะ          | 111 |
| สรุป                       | 111 |
| ข้อเสนอแนะ                 | 112 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง       | 113 |
| ภาคผนวก                    | 114 |
| ประวัติการศึกษาและการทำงาน | 124 |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                                           | หน้า |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|------|
| 1        | แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้ทั่วไป กับขนาดพื้นที่ต่อคน<br>เพื่อคำนวณความจุคน   | 30   |
| 2        | แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้แบบเฉพาะกับขนาดพื้นที่ต่อคน<br>เพื่อคำนวณความจุคน  | 31   |
| 3        | ความกว้างต่อคนเพื่อคำนวณความกว้างของเส้นทางหนีไฟ                          | 34   |
| 4        | ความกว้างของแนวขอบเขต                                                     | 39   |
| 5        | ความเร็วในการอพยพออก                                                      | 40   |
| 6        | ตัวแปลงค่าของความสัมพันธ์ของระยะการเดินทางในแนวดิ่ง<br>กับบันไดขนาดต่าง ๆ | 42   |
| 7        | ค่าสูงสุดของความเร็วของการไหลที่ทางออก                                    | 42   |
| 8        | ค่าสูงสุดของความเร็วจำเพาะ , $F_{sm}$                                     | 44   |
| 9        | คำแนะนำความดันบันไดสูงสุด                                                 | 49   |
| 10       | คำแนะนำความดันบันไดต่ำสุด                                                 | 49   |
| 11       | ขนาดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง                                                 | 54   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                    | หน้า |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1      | รายละเอียดของชั้นทางปล่อยออก                                                       | 29   |
| 2      | การทำนายและผลจากการสังเกตเวลาการอพยพออกจากอาคารสำนักงานสูง                         | 35   |
| 3      | ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความหนาแน่นบนชั้นบันได<br>ในการอพยพที่ไม่มีการควบคุม | 36   |
| 4      | รูปแบบการวัดความกว้างสุทธิของชั้นบันไดที่สัมพันธ์กับกำแพง , ราวจับ<br>และที่นั่ง   | 37   |
| 5      | ความกว้างสุทธิของโถงทางเดินสาธารณะ                                                 | 37   |
| 6      | ความเร็วของการอพยพออกเป็นฟังก์ชันของความหนาแน่น                                    | 41   |
| 7      | การไหลจำเพาะที่เป็นฟังก์ชันของความหนาแน่น                                          | 43   |
| 8      | ทางออกใช้ร่วมกัน                                                                   | 45   |
| 9      | การเปลี่ยนรูปแบบของทางออก                                                          | 46   |
| 10     | พัฒมอค์อากาศ Single-Point Injection                                                | 48   |
| 11     | พัฒมอค์อากาศ Multiple-Point Injection                                              | 48   |
| 12     | แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง<br>ตามมาตรฐาน NFPA 20         | 55   |
| 13     | ต้นกำลังเครื่องสูบน้ำดับเพลิง                                                      | 56   |
| 14     | เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor Fire Pump)                    | 57   |
| 15     | เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบดีเซล (Diesel Engine Fire Pump)                            | 57   |
| 16     | เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบกังหันไอน้ำ (Steam Turbine Fire Pump)                      | 58   |
| 17     | ตู้ควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump Controller)                              | 59   |
| 18     | เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ                                              | 61   |
| 19     | ภาคตัดของใบจักรที่ความเร็วจำเพาะต่างๆ                                              | 65   |
| 20     | ชนิดของใบจักร                                                                      | 65   |
| 21     | ประสิทธิภาพเครื่องกับความเร็วจำเพาะและอัตราการสูบ                                  | 68   |
| 22     | คุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำที่ค่าความเร็วจำเพาะต่างๆ                                 | 69   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |                                                               | หน้า |
|--------|---------------------------------------------------------------|------|
| 23     | เครื่องสูบน้ำติดตั้งเหนือระดับน้ำที่ต้องดูดขึ้น               | 70   |
| 24     | เครื่องสูบน้ำติดตั้งต่ำกว่าระดับน้ำที่ต้องสูบ                 | 71   |
| 25     | เครื่องสูบน้ำติดตั้งเพลาแนวตั้ง มีห้องรับน้ำเพื่อรองส่งสูบ    | 72   |
| 26     | แสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนนอนชนิดติดตั้งอยู่กับที่ | 74   |
| 27     | เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ                         | 76   |
| 28     | บริเวณภายนอกอาคารคู้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช            | 80   |
| 29     | ตู้ฉีดยาดับเพลิงชำรุด                                         | 82   |
| 30     | แผนผังชั้น 1 อาคารคู้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช           | 83   |
| 31     | แผนผังชั้น 2 อาคารคู้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช           | 86   |
| 32     | ช่องทางเดินบริเวณรอบๆ ไปสู่ทางหนีไฟ                           | 87   |
| 33     | ทางหนีไฟทางราบอาคารคู้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช          | 92   |
| 34     | แผนผังชั้น 6 อาคารคู้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช           | 94   |
| 35     | แผนผังชั้น 10 อาคารคู้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช          | 96   |
| 36     | บริเวณภายนอกอาคารคู้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช            | 97   |
| 37     | สารเคมีก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ ฉีดเฉพาะจุดในห้องเครื่องยนต์     | 99   |
| 38     | สารสะอาด HFC-227ea แบบครอบคลุมทั้งห้องในห้องควบคุมไฟฟ้า       | 100  |
| 39     | เครื่องสูบน้ำดับเพลิง ( Fire Pump) สำหรับอาคารคู้มเกล้า       | 102  |

**การศึกษาและวิเคราะห์ระบบป้องกันอัคคีภัย ในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ กรณีศึกษา:  
ในอาคารขนาดใหญ่พิเศษอาคารคุ้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช**

**Study and Analysis for Fire Protection System in Extra Large Building**

**Case Study: Khumklao Building, Bhumibol Adulyadej Hospital**

**คำนำ**

ในสังคมปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ ทำให้เกิดภัยพิบัติต่างๆ ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นอาจเป็นสาเหตุทางอ้อมที่ทำให้เกิดการพังทลาย และอัคคีภัยกับตึกขนาดใหญ่ ตึกที่มีผู้คนอาศัยอยู่มากๆและมีพื้นที่รวมกันทุกชั้น หรือชั้นใดชั้นหนึ่งเกินกว่า 10,000 ตารางเมตร จึงต้องมีการดูแลเป็นพิเศษ เพราะความเสียหายที่เกิดขึ้นจะเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน สำหรับในเรื่องอัคคีภัยนั้นมีการออกกฎหมายเพื่อใช้ในการควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดเพื่อลดการสูญเสียที่จะเกิดขึ้นจากเหตุการณ์เพลิงไหม้อาคารขนาดใหญ่ที่เคยเกิดขึ้นกับประเทศไทยในอดีต เช่น โรงงานตุ๊กตาเคเดอร์ 10 พฤษภาคม 2535 เป็นเหตุให้คนงานเสียชีวิตถึง 200 คน เป็นตัวอย่าง ของการออกแบบ โดยขาดความรู้เรื่องการทนไฟของโครงสร้างอาคาร และการจัดทางหนีไฟ เพลิงไหม้โรงแรมรอยัล จอมเทียน รีสอร์ท พัทยา วันที่ 11 กรกฎาคม 2536 ความเสียหาย ผู้เสียชีวิต 91 ราย บาดเจ็บ 53 ราย สาเหตุการเสียชีวิตเกิดเนื่องจากการขาดอากาศหายใจเป็นส่วนใหญ่ และเหตุเพลิงไหม้ซานดิγάมับ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร เกิดขึ้นในวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2552 มีผู้เสียชีวิต 61 คน และบาดเจ็บอย่างน้อย 225 คน เนื่องจากการขาดการดูแลระบบอัคคีภัยที่ดี แผนในการฝึกซ้อมอพยพที่ดีจึงเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตที่เกิดขึ้น เพื่อป้องกันผลกระทบต่อความเสียหายจากเหตุไฟไหม้ที่จะเกิดขึ้นจากอาคารขนาดใหญ่พิเศษจึงต้องศึกษาถึงกฎหมาย และมาตรฐานความปลอดภัยของอัคคีภัยที่จำเป็นเพื่อนำความรู้ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและให้ได้มาตรฐานต่อไปเพื่อความพร้อมรับมือกับเหตุเพลิงไหม้ที่อาจจะเกิดขึ้น อาคารขนาดใหญ่จึงต้องใส่ใจมากเป็นพิเศษทั้งในเรื่องการป้องกันและการรับมือเมื่อเกิดเหตุ เนื่องจากมีคนที่ใช้ตึกอาคารจำนวนมาก และจำนวนคนที่อาศัยในตึกนั้นมีทั้งคนที่คุ้นเคยกับเส้นทางหนีไฟและคนที่เพิ่งมาใช้ตึกใหม่ๆ ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมความพร้อมและแก้ไขให้เป็นไปตามกฎหมายและมาตรฐาน เพื่อรับเตรียมรับมือกับเหตุเพลิงไหม้ที่จะเกิดขึ้น โดยมีการซ้อมแผนอพยพให้เกิดการเข้าใจของเจ้าหน้าที่และประชาชนที่อาศัย เพื่อลดการสูญเสียทั้งบุคคลและทรัพย์สิน

จากการที่อาคารภายใน กองทัพอากาศ กระทรวงกลาโหม ได้รับการยกเว้นการปฏิบัติตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (มาตรา 7 ปี พ.ศ. 2522) เนื่องจากเป็นอาคารที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคง ทำให้ต้องดูแลระบบป้องกันอัคคีภัยที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพที่สุด สำหรับอาคารขนาดใหญ่พิเศษภายในกองทัพอากาศที่ใช้เป็นกรณีศึกษาได้แก่ อาคาร คຸ້ມເຄົ້າ โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ซึ่งเป็นสถานที่ช่วยรักษาผู้ป่วยทั้งประชาชนทั่วไป และข้าราชการกองทัพอากาศ อาคารคຸ້ມເຄົ້าประกอบไปด้วย 12 ชั้น เป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษโดยการศึกษาเทียบกับกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องของระบบป้องกันอัคคีภัยและ แนวทางแก้ไขปรับปรุง ซึ่งในแต่ละปีโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชได้มีแผนการฝึกซ้อมการปฏิบัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้เป็นการเตรียมความพร้อม เพื่อซักซ้อมความเข้าใจของเจ้าหน้าที่ถึงหน้าที่ของแต่ละคนและฝึกความชำนาญ เพื่อช่วยลดการสูญเสียที่จะเกิดขึ้น ถึงแม้ว่าสถิติเพลิงไหม้ขนาดใหญ่ในกองทัพอากาศ ไม่ได้มีบ่อยครั้งนัก แต่ก็ใช่ว่าจะไม่เคยเกิดขึ้น ดังนั้นการซักซ้อมและการปรับปรุงระบบป้องกันอัคคีภัยให้สามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของกฎหมายและมาตรฐานถือว่ามีความสำคัญมาก ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์แจ้งเตือนเส้นทางหนีไฟ ระบบดับเพลิงและระบบอัดอากาศที่ใช้ในการควบคุมควันเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ สาเหตุที่คนเสียชีวิตส่วนมาก ซึ่งถ้าทุกระบบมีความพร้อมจะสามารถช่วยป้องกันการสูญเสียได้อย่างแน่นอน

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกการตรวจสอบอาคารคຸ້ມເຄົ້າ โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ซึ่งเป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษ โดยใช้การตรวจสอบอาคารให้เป็นไปตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และกฎหมายที่เกี่ยวข้องโดยสำรวจด้วยสายตา พร้อมกับใช้เครื่องมือวัดตรวจสอบพื้นฐาน เพื่อนำมาประเมินความเสี่ยงต่ออัคคีภัย เสนอแนวทางแก้ไขเพื่อปรับปรุงระบบป้องกันอัคคีภัยของอาคาร และแผนอพยพหนีไฟให้มีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน ตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัยที่กำหนด

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบป้องกันอัคคีภัยโดยใช้ มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันอัคคีภัยในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ
2. เพื่อสำรวจและประเมินผลการสำรวจอาคารขนาดใหญ่พิเศษกรณีศึกษาเปรียบเทียบกับมาตรฐานและกฎหมายควบคุมอาคารที่เกี่ยวข้อง
3. เพื่อเสนอแนวทางแก้ไขปรับปรุงระบบป้องกันอัคคีภัยของอาคาร “คุ้มเกล้าฯ” โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานและกฎหมายควบคุมอาคาร อย่างมีระบบ
4. เพื่อศึกษาและเสนอแผนอพยพหนีไฟสำหรับ อาคารคุ้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถวิเคราะห์ระบบป้องกันอัคคีภัยที่มีขึ้นภายในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ อาคารคุ้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชได้ และสามารถหาแนวทางแก้ไข เสนอปรับปรุงระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอัคคีภัยให้เป็นตามกฎหมายและมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
2. สามารถเสนอแผนในการอพยพหนีไฟเพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องทราบถึงหน้าที่ที่จะต้องปฏิบัติอย่างถูกต้องและรวดเร็ว ป้องกันการสูญเสียขณะเกิดเพลิงไหม้

## ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาาระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอัคคีภัย เช่น ระบบแจ้งเตือน, ระบบดับเพลิง, วัสดุทนไฟ, เวลาในการอพยพหนีไฟ แผนอพยพหนีไฟ เป็นต้นที่ใช้ในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ในกรณีศึกษาอาคารคุ้มเกล้า ว่ามีความพร้อมและเหมาะสมสำหรับการใช้งาน และสามารถแก้ไขปรับปรุงระบบป้องกันอัคคีภัยให้เป็นไปตามกฎหมายและมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ พร้อมทั้งยังสามารถกำหนดแผนอพยพการหนีไฟที่เหมาะสมและปลอดภัยได้อีกด้วย

## การตรวจเอกสาร

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พลอดกัย (2550) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงต่ออัคคีภัยสำหรับที่พักอาศัยของกองทัพอากาศ ซึ่งเป็นการวิจัยสำหรับอาคารชุดที่ที่พักอาศัยซึ่งเป็นอาคารสูง โดยใช้การตรวจสอบอาคารตามกฎหมายพระราชบัญญัติควบคุมอาคารและแบบสำรวจที่เพิ่มเติมจากแบบสำรวจอาคารของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย พร้อมทั้งได้จัดทำข้อแก้ไขและข้อเสนอแนะการประเมินผลอาคาร โดยการคิดคะแนนจากตารางการประเมินซึ่งไว้แก้ไขให้เหมาะสมกับอาคารที่ที่พักอาศัยโดยสำรวจอาคารชุดที่ที่พักอาศัยของกองทัพอากาศจำนวน 1 หลัง คืออาคารชุดที่ที่พักอาศัยรวม (แฟลต) นายทหารสัญญาบัตร ทุกสัปดาห์อาคารที่ 3 การสำรวจแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ 1. ข้อมูลและสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร 2. ระบบอำนวยความสะดวกของอาคาร และ 3. ระบบป้องกันอัคคีภัยของอาคารซึ่งการวิจัยพบว่า ความปลอดภัยของอาคารนั้นไม่เพียงพอเนื่องจากอาคารมีการใช้งานมานานระบบอำนวยความสะดวกในอาคารชำรุดต้องซ่อมแซม สำหรับระบบป้องกันอัคคีภัยนั้น ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพชำรุดไม่สามารถใช้งานได้ เช่น ระบบดับเพลิงด้วยน้ำ หรือระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยอัตโนมัติ จากผลการวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับซ่อมแซมบำรุงรักษาและปรับปรุงระบบอำนวยความสะดวกและระบบป้องกันอัคคีภัยของอาคารที่ที่พักอาศัยของกองทัพอากาศและยังนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆ ได้อีกด้วย

อดุลย์ (2545) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพการดำเนินงานของฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัยท่าอากาศยานกรุงเทพ ซึ่งเป็นการวิจัยเพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการด้านดับเพลิงและกู้ภัยพร้อมทั้งการให้บริการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยมีอุปสรรคที่พบคือ ด้านกำลังคนยังไม่เพียงพอต่อการให้บริการ และพนักงานดับเพลิงส่วนใหญ่เห็นสมควรได้รับค่าประกันภัยและค่าตอบแทนพิเศษส่วนทางด้านงบประมาณควรจัดงบประมาณเพื่อจัดหาอุปกรณ์ทดแทนอุปกรณ์เก่าที่เลิกใช้แล้ว มีการจัดส่งบุคลากรไปอบรมยังต่างประเทศเพื่อความรู้การปฏิบัติใหม่ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงในการทำงาน และจัดหารถดับเพลิงควรจัดหาที่เป็นยี่ห้อเดียวกันเพื่อสะดวกต่อการซ่อมบำรุง ส่วนประสิทธิภาพในการให้บริการของพนักงานดับเพลิงและกู้ภัยในภาพรวมพบว่าผู้รับบริการส่วนใหญ่เห็นว่า พนักงานดับเพลิงและกู้ภัย ฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัย ท่าอากาศยานกรุงเทพอยู่ในสภาพที่พร้อมจะเผชิญกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ทั้งทางด้านพนักงาน ด้านงบประมาณ ด้านเครื่องมือเครื่องใช้ และทางด้านการจัดการ ถ้าได้รับตอบสนองที่ดีแล้ว ย่อมทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บุญศักดิ์ (2551) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาการแผ่กระจายควันในบันไดที่ไม่ปิดล้อมของอาคารสำนักงาน โดยโปรแกรมพลศาสตร์อวกาศ กรณีสึกษา อาคารสำนักงานสูง 21 ชั้น ในจังหวัดสมุทรปราการ ในการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหลเชิงตัวเลข (CFD) ซึ่งมีโดเมนในการคำนวณขนาดความกว้าง 12.1 เมตร ยาว 17 เมตร และสูง 84 เมตร โดยปกติจะมีผู้มาใช้งานในอาคารแห่งนี้เป็นจำนวนมาก ให้สมมุติฐานว่าเกิดเพลิงไหม้ที่ห้องไฟฟ้าที่อยู่ในบันไดหลัก 2 สถานการณ์เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบ คือ กรณีเกิดเพลิงไหม้ที่ห้องไฟฟ้าชั้นใต้ดิน และกรณีเกิดเพลิงไหม้ที่ห้องไฟฟ้าชั้นที่ 10 โดยในการคำนวณได้กำหนดขนาด กริด (Grid Size) ในเทอมของตัวแปรไร้หน่วย  $R^*$  เท่ากับ 0.213 และค่าอัตราการปล่อยพลังงานความร้อน (Heat Release Rate) ขนาดเท่ากับ 2,300 กิโลวัตต์ ซึ่งได้จากการเผาไหม้นวนของสายไฟฟ้า โดยใช้เวลาในการจำลองทั้งหมด 600 วินาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่นานที่สุดของพฤติกรรมผู้ใช้อาคารแห่งนี้ในการเริ่มอพยพ จากผลจะพบว่ากรณีเพลิงไหม้ห้องไฟฟ้าชั้นใต้ดินไม่มีผลกระทบต่อผู้ทำงานในอาคารส่วนกรณีเกิดเพลิงไหม้ที่ชั้น 10 ควัน สามารถลอยตัวได้ถึงชั้น 21 ซึ่งเป็นชั้นสำนักงานจึงเกิดผลกระทบต่อผู้ทำงานในอาคาร นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความร้อนสูงสุดวัดได้ถึง 325 องศาเซลเซียส และมีก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์สูงถึง 200 หนึ่งส่วนในล้านส่วน ส่วนเขม่าควันทำให้ระยะการมองเห็นมีค่าน้อยกว่า 1.5 เมตร จึงเป็นอุปสรรคต่อการอพยพของผู้ทำงานในอาคารและพนักงานดับเพลิงใช้ลิฟต์ดับเพลิงด้วย ส่วนในขั้นการหาแนวทางในการลดความสูญเสียได้สร้างแบบจำลองติดตั้งระบบระบายอากาศขนาด 7 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งสามารถควบคุมควันไม่ให้แผ่กระจายไปยังช่องบันไดและทางเดินร่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งทำให้การอพยพผู้ทำงานในอาคารทำได้ดี

สมยศ (2552) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบจำลองในการอพยพหนีไฟทางบันไดหนีไฟตามสมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้เครื่องมือในการจำลองและประเมินเวลาในการอพยพหนีไฟทางบันไดหนีไฟโดยการพัฒนาโปรแกรมตาม NFPA Ready Reference Human Behavior in Fire Emergencies และ ค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยศึกษาเฉพาะการอพยพหนีไฟทางบันไดหนีไฟเท่านั้น ไม่รวมถึงการศึกษาเรื่อง การจัดวางตำแหน่งการจัดวางบันได และแผนผังเส้นทางหนีไฟจากการทดสอบโปรแกรมที่ได้พบว่าเวลาที่ใช้ในการอพยพมีความถูกต้อง สามารถนำไปใช้ได้จริงและสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ ให้สอดคล้องกับการใช้งานของอาคารต่างๆ และผลการคำนวณที่ได้นำไปใช้งานได้จริง

## ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

ข้อ 1 ในกฎกระทรวงนี้ (กระทรวงมหาดไทย, 2522)

หมวด 1 ลักษณะของอาคารเนื้อที่ว่างของภายนอกอาคารและแนวอาคาร

ข้อ 3 อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษต้องมีถนนหรือที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุมโดยรอบอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร และระดับเพลิงสามารถเข้าออกได้โดยสะดวกข้อแก้ไขในกฎกระทรวงฉบับที่ 50 (กระทรวงมหาดไทย, 2522)

หมวด 2 ระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันเพลิงไหม้

ข้อ 10 การระบายอากาศในอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษที่มีการปรับภาวะอากาศด้วยระบบการปรับภาวะอากาศ ต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้  
ระบบท่อลมของระบบปรับภาวะอากาศต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

(ก) ท่อลม วัสดุหุ้มท่อลม และวัสดุบุภายในท่อลม ต้องเป็นวัสดุที่ไม่ติดไฟและไม่เป็นส่วนที่ทำให้เกิดควันเมื่อเกิดเพลิงไหม้

(ข) ท่อลมส่วนที่ติดตั้งผ่านผนังกันไฟหรือพื้นที่ทำด้วยวัสดุทนไฟต้องติดตั้งลิ้นกันไฟที่ปิดอย่างสนิทโดยอัตโนมัติ เมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 74 องศาเซลเซียส และลิ้นกันไฟต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 30 นาที

(ค) ห้ามใช้ทางเดินร่วม บันได ช่องบันได ช่องลิฟต์ของอาคารเป็นส่วนหนึ่งของระบบท่อลมส่งหรือระบบท่อลมกลับ เว้นแต่ส่วนที่เป็นพื้นที่ว่างระหว่างเพดานกับพื้นห้องชั้นเหนือขึ้นไปหรือหลังคาที่มีส่วนประกอบของเพดานที่มีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง การขับเคลื่อนอากาศของระบบปรับภาวะอากาศต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

(ก) มีสวิทช์พัลคมของระบบการขับเคลื่อนอากาศที่เปิดปิดด้วยมือติดตั้งในที่ที่เหมาะสมและสามารถปิดสวิทช์ได้ทันทีเมื่อเกิดเพลิงไหม้

(ข) ระบบปรับอากาศที่มีลมหมุนเวียนตั้งแต่ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาทีขึ้นไปต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันหรืออุปกรณ์ตรวจสอบการเกิดเพลิงไหม้ที่มีสมรรถนะไม่ด้อยกว่าอุปกรณ์ตรวจจับควัน ซึ่งสามารถบังคับให้สวิตช์หยุดการทำงานของระบบได้โดยอัตโนมัติ

ข้อ 14 อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษต้องมีระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองสำหรับกรณีฉุกเฉินแยกเป็นอิสระจากระบบอื่น และสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อระบบจ่ายไฟปกติหยุดทำงาน แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองสำหรับกรณีฉุกเฉิน ต้องสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. จ่ายพลังงานไฟฟ้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่าสองชั่วโมงสำหรับเครื่องหมายแสดงทางออกฉุกเฉินทางเดิน ห้องโถง บันได และระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้
2. จ่ายพลังงานไฟฟ้าตลอดเวลาที่ใช้งานสำหรับลิฟต์ดับเพลิง เครื่องสูบน้ำดับเพลิง ห้องช่วยชีวิตฉุกเฉิน ระบบสื่อสาร

ข้อ 15 กระแสไฟฟ้าที่ใช้กับลิฟต์ดับเพลิงต้องต่อจากแผงสวิตช์ประธานของอาคารเป็นวงจรที่แยกเป็นอิสระจากวงจรทั่วไป วงจรไฟฟ้าสำรองสำหรับลิฟต์ดับเพลิงต้องมีการป้องกันอันตรายจากเพลิงไหม้อย่างดีพอ

ข้อ 16 ในอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษต้องมีระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ทุกชั้น ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

1. อุปกรณ์ส่งสัญญาณเพื่อให้หนีไฟที่สามารถส่งเสียงหรือสัญญาณให้คนที่อยู่ในอาคารได้ยินหรือทราบอย่างทั่วถึง
2. อุปกรณ์แจ้งเหตุที่มีทั้งระบบแจ้งเหตุอัตโนมัติและระบบแจ้งเหตุด้วยมือมือเพื่อให้อุปกรณ์ตามข้อ (1) ทำงาน

ข้อ 18 อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษต้องมีระบบป้องกันเพลิงไหม้ซึ่งประกอบด้วยระบบท่อเย็น ที่เก็บน้ำสำรอง และหัวรับน้ำดับเพลิงดังต่อไปนี้

1. ท่อเย็นต้องเป็นโลหะผิวเรียบที่สามารถทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.2 เมกะปาสกาล โดยท่อดังกล่าวต้องทาสีน้ำมันสีแดงและติดตั้งตั้งแต่ชั้นล่างสุดไปยังชั้นสูงสุดของอาคาร

ระบบท่อยื่นทั้งหมดต้องต่อเข้ากับท่อประธานส่งน้ำและระบบส่งน้ำจากแหล่งจ่ายน้ำของอาคาร และจากหัวรับน้ำดับเพลิงนอกอาคาร

2. ทุกชั้นของอาคารต้องจัดให้มีตู้ฉีดน้ำดับเพลิงที่ประกอบด้วยหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิง พร้อมสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงชนิดหัวต่อสวมเร็วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) พร้อมทั้งฝาคอบและโซ่ร้อยติดไว้ทุกระยะห่างกันไม่เกิน 64.00 เมตร และเมื่อใช้สายฉีดดับเพลิงขนาดยาวไม่เกิน 30.00 เมตร ต่อจากตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิงแล้วสามารถนำไปใช้ดับเพลิงในพื้นที่ทั้งหมดในชั้นนั้นได้

3. อาคารสูงต้องมีที่เก็บน้ำสำรองเพื่อใช้เฉพาะในการดับเพลิงและต้องมีระบบส่งน้ำที่มีความดันต่ำสุดที่หัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงที่ชั้นสูงสุดไม่น้อยกว่า 0.45 เมกะปาสกาล แต่ไม่เกิน 0.7 เมกะปาสกาล ด้วยอัตราการไหล 30 ลิตรต่อวินาที โดยให้มีประตุน้ำปิดเปิดและประตุน้ำกันน้ำไหลกลับอัตโนมัติด้วย

4. หัวรับน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดข้อต่อสวมเร็วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) ที่สามารถรับน้ำจากรถดับเพลิงที่มีข้อต่อสวมเร็วแบบมีเขี้ยวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) ที่หัวรับน้ำดับเพลิงต้องมีฝาคอบปิดที่มีโซ่ร้อยติดไว้ด้วยระบบท่อยื่นทุกชุดต้องมีหัวรับน้ำดับเพลิงนอกอาคารหนึ่งหัวในที่ที่พนักงานดับเพลิงเข้าถึงได้โดยสะดวกรวดเร็วที่สุดและให้อยู่ใกล้หัวต่อดับเพลิงสาธารณะมากที่สุด บริเวณใกล้หัวรับน้ำดับเพลิงนอกอาคารต้องมีข้อความเขียนด้วยสีสะท้อนแสงว่า “หัวรับน้ำดับเพลิง”

5. ประสิทธิภาพการส่งจ่ายน้ำสำรองต้องมีปริมาณการจ่ายไม่น้อยกว่า 30 ลิตรต่อวินาที สำหรับท่อยื่นท่อแรก และไม่น้อยกว่า 15 ลิตรต่อวินาที สำหรับท่อยื่นแต่ละท่อที่เพิ่มขึ้นในอาคารหลังเดียวกัน แต่รวมแล้วไม่จำเป็นต้องมากกว่า 95 ลิตรต่อวินาที และสามารถส่งจ่ายน้ำสำรองได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที

ข้อ 19 อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ นอกจากต้องมีระบบป้องกันเพลิงไหม้ตามข้อ 18 แล้ว ต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือตามชนิดและขนาดที่เหมาะสมสำหรับเพลิงที่เกิดจากประเภทของวัสดุที่มีในแต่ละชั้น โดยให้มีหนึ่งเครื่องต่อพื้นที่อาคารไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร ทุกระยะไม่เกิน 45.00 เมตร แต่ไม่น้อยกว่าชั้นละ 1 เครื่อง การติดตั้งเครื่องดับเพลิงตามวรรคหนึ่งต้องติดตั้งให้ส่วนบนสุดของตัวเครื่องสูงจากระดับพื้นอาคารไม่เกิน 1.5 เมตร ในที่มองเห็นสามารถอ่านคำแนะนำการใช้ได้และสามารถเข้าใช้สอยได้โดยสะดวก เครื่องดับเพลิงแบบมือถือต้องมีขนาดบรรจุสารเคมีไม่น้อยกว่า 4 กิโลกรัม

ข้อ 20 อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษต้องจัดให้มีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ เช่น Sprinkle System หรือระบบอื่นที่เทียบเท่า ที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเองทันทีเมื่อมีเพลิงไหม้ โดยให้สามารถทำงานครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดทุกชั้น ในการนี้ให้แสดงแบบแปลนและรายการประกอบแบบแปลนของระบบดับเพลิงอัตโนมัติในแต่ละชั้นของอาคารไว้ด้วย

ข้อ 22 อาคารสูงต้องมีบันไดหนีไฟจากชั้นสูงสุดหรือคาบฟ้าสู่พื้นดินอย่างน้อย 2 บันได ตั้งอยู่ในที่ที่บุคคลไม่ว่าจะอยู่ ณ จุดใดของอาคารสามารถมาถึงบันไดหนีไฟได้สะดวก แต่ละบันไดหนีไฟต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 60.00 เมตร เมื่อวัดตามแนวทางเดินระบบบันไดหนีไฟตามวรรคหนึ่ง ต้องแสดงการคำนวณให้เห็นว่าสามารถใช้ลำเลียงบุคคลทั้งหมดในอาคารนอกอาคารได้ภายใน 1 ชั่วโมง

ข้อ 23 บันไดหนีไฟต้องทำ ด้วยวัสดุทนไฟและไม่ผุกร่อน เช่น คอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นต้น มีความกว้างไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร ลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร และลูกตั้งสูงไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีชานพักกว้างไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร และมีราวบันไดอย่างน้อยหนึ่งด้าน ห้ามสร้างบันไดหนีไฟเป็นแบบบันไดเวียน

ข้อ 24 บันไดหนีไฟและชานพักส่วนที่อยู่ภายนอกอาคาร ต้องมีผนังด้านที่บันไดพาดผ่านเป็นผนัง กันไฟ

ข้อ 25 บันไดหนีไฟที่อยู่ภายในอาคาร ต้องมีอากาศถ่ายเทจากภายนอกอาคารได้ แต่ละชั้นต้องมีช่องระบายอากาศที่มีพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่า 1.4 ตารางเมตร เปิดสู่ภายนอกอาคาร ได้หรือมีระบบอัดลมภายในช่องบันไดหนีไฟที่มีความดันลมขณะใช้งานไม่น้อยกว่า 3.86 ปาสกาล (แก้ไขโดยกฎกระทรวงฉบับที่ 50) ที่ทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้

ข้อ 26 บันไดหนีไฟที่อยู่ภายในอาคารต้องมีผนังกันไฟโดยรอบ ยกเว้นช่องระบายอากาศ และต้องแสงสว่างจากระบบไฟฟ้าฉุกเฉินให้มองเห็นช่องทางได้ขณะเพลิงไหม้ และมีป้ายบอกชั้นและป้ายบอกทางหนีไฟที่ด้านในและด้านนอกของประตูหนีไฟทุกชั้นด้วยตัวอักษรที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน โดยตัวอักษรต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 10 เซนติเมตร

ข้อ 27 ประตูหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ เป็นบานเปิดชนิดผลักออกสู่ภายนอกพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เอง มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร และต้องสามารถเปิดออกได้โดยสะดวกตลอดเวลา ประตูหรือทางออกสู่บันไดหนีไฟต้องไม่มีขั้นหรือธรณีประตูหรือขอบกั้น

## มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

### การป้องกันช่องเปิดในแนวระดับ (Horizontal Opening)

#### ประตูทนไฟ (Fire-resisting Door)

- ประตูทนไฟ จะทำจากเหล็ก, ไม้หรือวัสดุอื่น ๆ ซึ่งจะเป็นบานทึบ หรือมีไส้เป็นฉนวน หรือวัสดุที่ช่วยให้มีอัตราการทนไฟตามความต้องการ โดยผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E119

- ประตูทนไฟ จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สามารถปิดประตูได้เองอัตโนมัติ (Automatic Self-closing Device)

- บานพับประตูทนไฟ จะต้องเป็นวัสดุที่ไม่ติดไฟ และมีอัตราการทนไฟ ไม่น้อยกว่า อัตราการทนไฟของประตูทนไฟนั้น

- ประตูทนไฟที่ติดตั้งในเส้นทางหนีไฟ จะต้องเป็นแบบบานสวิง สามารถเปิดได้ตลอดเวลาในทิศทางเดียวกันกับทิศทางหนีไฟในกรณีที่เส้นทางหนีไฟมีความกว้าง ทำให้ต้องติดตั้งประตูทนไฟชนิดบานคู่บานประตูจะต้องมีขอบเรียบไม่มีบังใบ เพื่อให้บานประตูทั้งสองบานเกิดขัดกันและต้องติดตั้งแถบกันไฟ (Fire Strip) ที่ขอบประตูด้วย

- ประตูทนไฟที่ติดตั้งในเส้นทางหนีไฟที่มีระบบอัดอากาศ จะต้องปิดตลอดเวลาขณะใช้งานปกติ ในกรณีอื่น ๆ หากจำเป็นต้องให้ประตูทนไฟเปิดตลอดเวลาในการใช้งานปกติ จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ที่ทำให้ประตูทนไฟปิดได้เอง เช่น อุปกรณ์ยึดประตูด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Door Holder) ซึ่งสามารถสั่งปิดประตูอัตโนมัติ เมื่อได้รับสัญญาณจากอุปกรณ์จับเพลิงไหม้ หรือ อุปกรณ์ยึดประตูด้วยลวดหลอมละลาย (Fusible Link) ซึ่งประตูอาจปิดเองเมื่อลวดหลอมละลายขาด

- ประตูทนไฟ จะต้องมียช่องว่างระหว่างขอบประตูกับพื้นหรือเพดาน ไม่มากกว่า 5 มิลลิเมตร

- ประตูทนไฟ จะต้องมียอัตราการทนไฟ ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง และต้องไม่น้อยกว่าอัตราการทนไฟของผนังที่ประตูทนไฟนั้นติดตั้ง ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นตามมาตรฐานนี้

### ประตูกันควัน (Smoke Control Door)

- ประตูกันควัน จะทำจากเหล็ก, ไม้ หรือ หรือวัสดุอื่น ๆ ซึ่งมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 30 นาที โดยผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E119

- ประตูกันควัน จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สามารถปิดประตูได้เองโดยอัตโนมัติ (Automatic Self-closing Device)

- บานพับประตูกันควัน จะต้องเป็นวัสดุที่ไม่ติดไฟ และมีอัตราการทนไฟ ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

- ประตูกันควัน จะต้องติดตั้งแถบกันควัน (Smoke Seal) ที่ขอบของบานประตู เพื่อป้องกันควันไม่ให้แพร่กระจายไปยังพื้นที่อื่น ๆ

- ประตูกันควัน ที่เปิดตลอดเวลาในการใช้งานปกติ จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ที่ทำให้ประตูกันควันปิดได้เอง เช่น อุปกรณ์ยึดประตูด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Door Holder) ซึ่งสามารถสั่งปิดประตูอัตโนมัติ เมื่อได้รับสัญญาณจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

### ทางเข้าออกภายในโครงการและที่จอดรถดับเพลิง

- ทางเข้าออกภายในโครงการจะต้องเข้า/ออกได้สะดวกและสามารถเข้าถึงที่จอดที่กำหนดไว้รอบอาคารได้ โดยทางเข้าออกจะต้องไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งแคบน้อยกว่า 6 เมตรและส่วนเหนือทางเข้าออกจะต้องไม่มีอุปสรรคหรือส่วนใดๆ ของอาคารที่ต่ำกว่า 5 เมตร

- ทางเข้าออกและที่จอดรถดับเพลิงภายในโครงการทั้งหมด จะต้องมีความมั่นคงและแข็งแรงพอที่จะสามารถรับน้ำหนักรถดับเพลิงได้ โดยจะต้องคำนึงถึงรถดับเพลิงที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่คาดการณ์ว่าจำเป็นจะต้องเข้ามาทำการดับเพลิงในโครงการ

- ที่จอดรถดับเพลิงจะต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 9 เมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 18 เมตร อยู่ห่างจากอาคารไม่น้อยกว่า 6 เมตร และไกลไม่เกิน 18 เมตร โดยวัดจากกึ่งกลางของรถดับเพลิง

- ที่จ้อครดดับเพลิงจะต้องจัดให้เพียงพอที่จะสามารถทำการดับเพลิงและช่วยเหลือคนในอาคารได้ทุกด้าน และสามารถเข้าถึงที่จ้อครดดับเพลิงได้อย่างสะดวกและรวดเร็วโดยไม่มีอุปสรรคกีดขวาง เช่น ต้นไม้ ทางเดิน เกาะกลางถนน และทางเลี้ยวที่มีรัศมีแคบ เป็นต้น รวมทั้งมีป้ายหรือเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่จ้อครดดับเพลิง ให้เห็นได้อย่างชัดเจนและ ป้ายห้ามจ้อครด อื่นๆ

- ตำแหน่งที่จ้อครดดับเพลิงจะต้องสัมพันธ์กับช่องเปิดเข้าออกภายในอาคารด้วยในกรณีผนังภายนอกอาคารปิดที่รอบด้าน นอกจากนี้จะต้องมีหัวรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connections) ของอาคาร เพื่อจ่ายน้ำลงบ่อเก็บน้ำและจ่ายน้ำเข้าระบบท่อดับเพลิงของอาคารในบริเวณที่จ้อครดดับเพลิง

#### ช่องเปิดเข้าออกอาคารฉุกเฉิน

- ในกรณีที่มีผนังภายนอกส่วนใหญ่เป็นผนังปิดที่รอบด้าน ในช่วงระยะความสูงจากระดับที่จ้อครดดับเพลิงไม่เกิน 23 เมตร ควรจัดให้มีช่องเปิดเข้าออกอาคารฉุกเฉิน ได้ทุกชั้นอย่างน้อยชั้นละ 2 ด้าน และทำเครื่องหมายสามเหลี่ยมแสดงทางเข้าออกให้ชัดเจน

- ระเบียง หน้าต่าง บานกระจกตามแนวผนังภายนอกอาคาร ให้ถือเป็นช่องเปิดเข้าออกอาคารได้

- ช่องเปิดเข้าออกอาคารแต่ละชั้น ควรมีระยะห่างกันไม่เกิน 30 เมตร

- ขนาดของช่องเปิดเข้าออกอาคาร จะต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร และมีความสูงไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร ส่วนทางเดินภายในอาคารจะต้องสูงไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร

#### การแยกออกจากส่วนอื่นๆ ของเส้นทางหนีไฟ

##### 1. ช่องทางเดินที่นำไปสู่ทางหนีไฟ (Exit Access Corridor)

ช่องทางเดินที่นำไปสู่ทางหนีไฟ เป็นส่วนหนึ่งของทางไปสู่ทางหนีไฟ กรณีช่องทางเดินที่ต้องรองรับความจุคนมากกว่า 30 คน ช่องทางเดินนี้จะถูกแยกออกจากส่วนอื่นๆ ของอาคาร ด้วยวัสดุปิดล้อมทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

## 2. ทางหนีไฟ (Exits)

ทางหนีไฟ เป็นทางที่ถูกแยกออกจากส่วนอื่น ๆ ของอาคาร เพื่อเป็นการป้องกันตลอดทางจนถึงทางปล่อยออกและมีอัตราการทนไฟดังนี้

(ก) กรณีเป็นทางหนีไฟที่เชื่อมต่อกันไม่เกิน 3 ชั้น ให้ถูกแยกออกด้วยอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

(ข) กรณีเป็นทางหนีไฟที่เชื่อมต่อกันตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไป ให้ถูกแยกออกด้วยอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ซึ่งรวมถึงส่วนประกอบของโครงสร้างที่รองรับทางหนีไฟด้วย

(ค) ช่องเปิดต่าง ๆ ต้องป้องกันด้วยประตูทนไฟ (Fire Doors) หรือลิ้นกั้นไฟ (Fire Dampers) สำหรับประตูทนไฟต้องมีอุปกรณ์ดึงประตูให้ปิด (Door Closer)

(ง) ช่องเปิดต่างๆ ของส่วนปิดล้อมทางหนีไฟ ยอมให้มีเท่าที่จำเป็นเท่านั้น สำหรับทางเข้าสู่ทางหนีไฟ และทางปล่อยออกทางหนีไฟ

(จ) ห้ามทำการเจาะทะลุหรือทำช่องเปิดที่ส่วนปิดล้อมทางหนีไฟ ยกเว้น ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับทางหนีไฟ ประตูทนไฟที่ต้องการ ท่อลมรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบสำหรับระบบอัดอากาศ ท่อน้ำที่ใช้สำหรับทางหนีไฟ ท่อน้ำดับเพลิงแบบหัวกระจายน้ำ ท่อเย็น และท่อร้อยไฟฟ้าสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

(ฉ) ห้ามทำการเจาะทะลุ หรือทำช่องเปิดเชื่อมกันระหว่างทางหนีไฟกับทางหนีไฟอีกทางหนึ่งที่อยู่ติดกัน

(ช) ส่วนปิดล้อมของทางหนีไฟ ต้องเป็นทางหนีไฟที่ต่อเนื่องจนถึงทางปล่อยออก

### ความสูง

ความสูงตลอดเส้นทางหนีไฟ ทางไปสู่ทางหนีไฟ ทางหนีไฟ และทางปล่อยออก ทั้งในเส้นทางหนีไฟแนวราบ ทางลาด และบันได ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร โดยวัดตามแนวตั้งจากระดับผิวบนสุดของพื้น (Finished Floor) หรือวัดตามแนวตั้งจากระดับลูกนอนของขั้นบันได

## ผิวทางเดินบนเส้นทางหนีไฟ

1. ผิวทางเดินบนเส้นทางหนีไฟต้องมีการป้องกันการลื่นตลอดเส้นทาง
2. ผิวทางเดินบนเส้นทางหนีไฟต้องราบเรียบ กรณีระดับผิวต่างกันเกิน 6 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 13 มิลลิเมตร ต้องปรับระดับด้วยความลาดเอียง 1 ต่อ 2 กรณีต่างระดับมากกว่า 13 มิลลิเมตร

## การเปลี่ยนระดับในเส้นทางหนีไฟ

1. กรณีมีการเปลี่ยนระดับบนเส้นทางหนีไฟ ต้องใช้ทางลาดเอียงหรือบันไดหรือวิธีอื่นๆ ตามรายละเอียดที่กำหนดในมาตรฐานนี้
2. ด้านข้างเส้นทางหนีไฟที่เปิดโล่งต้องทำราวกันตก บริเวณเส้นทางหนีไฟนั้นมีความต่างระดับสูงเกิน 0.75 เมตร

## ทางหนีไฟแนวราบ

ทางหนีไฟแนวราบที่จะถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางหนีไฟได้มีรายละเอียดดังนี้

- ทางหนีไฟแนวราบจะต้องมีแผงกันไฟ เพื่อกันให้เกิดพื้นที่อย่างน้อยสองส่วนแยกออกจากกัน เพื่อป้องกันไฟลุกลามข้ามระหว่างกัน แผงกันไฟจะต้องเป็นแผงต่อเนื่องจากผนังภายนอกอาคาร หรือผนังภายนอกอาคารถึงแผงกันไฟอีกแผงหนึ่ง หรือทั้งสองรวมกันและแผงกันไฟจะต้องก่อสร้างจากพื้นถึงพื้น หรือพื้นถึงเพดานที่เป็นแผงกันไฟ

- ทางหนีไฟแนวราบจะยอมให้มีและถือว่าสามารถทดแทนทางหนีไฟปกติได้เฉพาะกรณีที่อยู่อาคารหรือพื้นที่นั้น ๆ มีทางหนีไฟปกติ (เช่น บันไดหนีไฟหรือทางลาดที่สามารถที่อาคารหรือพื้นที่นั้น ๆ มีทางหนีไฟปกติ (เช่น บันไดหนีไฟหรือทางลาดที่สามารถนำไปสู่ภายนอกอาคารโดยตรงได้) ที่มีขีดความสามารถรวมกันแล้วมากกว่าครึ่งหนึ่งของความต้องการทางหนีไฟรวมของอาคารหรือพื้นที่นั้น

- ทางหนีไฟแนวราบจะต้องจัดให้มีขนาดพื้นที่ที่มากเพียงพอที่จะรองรับจำนวนคนจากพื้นที่ใช้งานข้างเคียงที่ติดกับทางหนีไฟแนวราบได้ทั้งหมด โดยคิดขนาดพื้นที่ที่ต้องการไม่น้อยกว่า 0.28 ตารางเมตรต่อคน ยกเว้นสถานพยาบาลไม่น้อยกว่า 2.8 ตารางเมตร ต่อคน

### การแบ่งกันพื้นที่และป้องกันไฟลาม

- ทางหนีไฟแนวราบจะต้องถูกแบ่งกันออกจากพื้นที่ใช้งานที่อยู่ติดกันด้วยผนัง หรือ วัสดุที่มีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

- ช่องเปิดใด ๆ ที่ผนังที่แบ่งกันพื้นที่ของทางหนีไฟแนวราบจะต้องทำการป้องกัน ให้สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

- ประตูใด ๆ ที่อยู่ในแนวผนังที่แบ่งกันพื้นที่ของทางหนีไฟแนวราบจะต้องเป็นประตู ทางหนีไฟและมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

- ทิศทางการเปิดประตูของทางหนีไฟแนวราบจะต้องเป็นทิศทางเดียวกับการอพยพ ในกรณีที่จะต้องมีการอพยพ 2 ทิศทางในพื้นที่ทางหนีไฟแนวราบนั้น จะต้องจัดให้มีประตูทางหนีไฟ 2 ชุด แต่ละชุดจะเปิดในทิศทางตรงกันข้าม พร้อมทั้งมีป้ายหรือสัญลักษณ์บอกประตูทางหนีไฟ เฉพาะที่ผนังด้านที่คนในพื้นที่จะต้องอพยพผ่านประตูนั้น หรือจะต้องจัดให้มีประตูทางหนีไฟชนิด บานคู่ที่เปิดได้ 2 ทิศทาง

### ระบบสารสะอาดดับเพลิง (Clean Agent Fire Extinguishing Systems)

ระบบสารสะอาดดับเพลิงในมาตรฐานนี้ มีความเหมาะสมที่จะใช้สำหรับดับเพลิงที่เกิดขึ้น ภายในพื้นที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีมูลค่าสูง และเป็นส่วนสำคัญในการ ดำเนินการทางธุรกิจ เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องควบคุมระบบโทรคมนาคม หรือห้องซึ่งเก็บสินค้า หรือทรัพย์สินที่มีมูลค่าสูง เช่น พิพิธภัณฑ์ ฯลฯ โดยสารสะอาดดับเพลิงที่ใช้ จะไม่ทำให้อุปกรณ์ และทรัพย์สินได้รับความเสียหายระบบสารสะอาดดับเพลิงในมาตรฐานนี้ จะเป็นระบบฉีดสาร สะอาดดับเพลิงแบบครอบคลุมทั้งห้อง (Total Flooding System) โดยพื้นที่ป้องกันจะต้องมีการปิด ล้อมอย่างดีเพื่อป้องกันไม่ให้สารสะอาดรั่วไหลออกไปจากพื้นที่ป้องกันในขณะที่ระบบฉีดสาร สะอาดดับเพลิงทำงาน

#### 1. ประเภทของสารสะอาดดับเพลิง

สารสะอาดดับเพลิง ที่ใช้ในดับเพลิงแบบครอบคลุมทั้งห้อง มีทั้งหมด 2 ประเภท คือ

- สารฮาโลคาร์บอน (Halocarbon Agent) เป็นสารระเหยดับเพลิงที่มีองค์ประกอบหลักอย่างน้อยหนึ่งสารหรือมากกว่า ของสารเหล่านี้ คือ ฟลูออรีน คลอรีน โบรมีน หรือ ไอโอดีน

- สารก๊าซเฉื่อย (Inert Gas Agent) เป็นสารระเหยดับเพลิงที่มีองค์ประกอบหลักอย่างน้อยหนึ่งสารหรือมากกว่า ของก๊าซเหล่านี้ คือ ฮีเลียม นีออน อาร์กอน ไนโตรเจน โดยสามารถใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซผสม เพื่อเป็นสารรองประกอบรองได้

## 2. ความปลอดภัยต่อชีวิต

อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยต่อชีวิต จะต้องจัดเตรียมพร้อมไว้ตลอดเวลาเพื่อใช้ในการอพยพคนหรือช่วยเหลือคนที่ติดอยู่ในพื้นที่ป้องกัน สำหรับความปลอดภัยที่ควรพิจารณา คือ การฝึกซ้อมเจ้าหน้าที่ ป้ายเตือน สัญญาณเตือนภัย อุปกรณ์ช่วยการหายใจ (Self-Contained Breathing Apparatus) แผนการอพยพ และการฝึกซ้อมอพยพคน

## 3. ส่วนประกอบของระบบสารระเหยดับเพลิง

เพื่อให้การทำงานและการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ถูกต้องสมบูรณ์และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของระบบสารระเหยดับเพลิง จะต้องเป็นไปตามความต้องการดังนี้

- วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ จะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้

- การออกแบบ การติดตั้ง การบำรุงรักษาและการทดสอบระบบสารระเหยดับเพลิง จะต้องดำเนินการโดยช่างผู้ชำนาญการในระบบเท่านั้น

### คุณสมบัติของสารระเหยดับเพลิง

- จะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ และสามารถใชดับเพลิงในสถานที่ที่มีคนปฏิบัติงาน

- ต้องไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตเมื่อเลือกใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

- ต้องไม่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ

- ต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ และทรัพย์สินที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ป้องกันที่ใช้สารระเหยดับเพลิงนั้น

### ถังบรรจุสารสะอาดดับเพลิง

- ถังบรรจุสารสะอาดดับเพลิงและอุปกรณ์ประกอบจะต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการตรวจสอบ การทดสอบและการบำรุงรักษา
- ถังบรรจุสารสะอาดดับเพลิงจะต้องติดตั้งอย่างมั่นคง ใกล้กับพื้นที่ป้องกันนั้นและมีการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับตัวถังและอุปกรณ์จากสภาวะแวดล้อมและอุบัติเหตุได้เป็นอย่างดี
- การเติมสารสะอาดดับเพลิง สำหรับถังบรรจุจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสารสะอาดนั้น
- ต้องติดตั้งป้ายหรือทำเครื่องหมายเพื่อบอกชนิดของสารสะอาดที่ใช้ น้ำหนักสารสะอาด น้ำหนักถัง และข้อความสำคัญที่เกี่ยวข้องไว้ที่ตัวถังบรรจุอย่างชัดเจน
- ต้องติดตั้งชุดวาล์วนิรภัยสำหรับระบายความดันที่เกินกว่าปกติที่ถังบรรจุสารสะอาดดับเพลิงกำหนดไว้ และตำแหน่งปล่อยสารสะอาดดับเพลิงออกของวาล์วนิรภัย จะต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับคนและพื้นที่ข้างเคียง

### ท่อและอุปกรณ์ประกอบ

- ท่อ ข้อต่อ และวาล์วต้องทำจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน และจะต้องทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่าความดันภายในที่เกิดขึ้นภายในถังบรรจุสารสะอาดดับเพลิง ที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 55 องศาเซลเซียส (130 องศาฟาเรนไฮต์) ของสารสะอาดดับเพลิงนั้น ๆ
- ระบบท่อและส่วนประกอบของท่อจะต้องทำความสะอาดให้เรียบร้อย ก่อนที่จะติดตั้งหัวฉีดสารสะอาดดับเพลิง (Discharge Nozzle)

### หัวฉีดสารสะอาด (Discharge Nozzle)

- ต้องทำจากวัสดุที่ทนทานและต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดี
- ต้องมีข้อความบอกขนาดของออริฟิซ ผู้ผลิตและชนิดของผลิตภัณฑ์ บนตัวหัวฉีดอย่างชัดเจน

### ระบบตรวจจับ สิ่งการและควบคุม (Detection, Actuation and Control Systems)

- อุปกรณ์ตรวจจับ อุปกรณ์สั่งการ อุปกรณ์เตือนภัย และแผงควบคุม จะต้องติดตั้งทดสอบ และบำรุงรักษาให้ได้ตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ฉบับล่าสุดวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ
- การควบคุมการทำงานของระบบสารสะอาดดับเพลิงให้ใช้ระบบตรวจจับและสั่งการอัตโนมัติเท่านั้น
- ต้องมีระบบตรวจสอบ (Supervisory System) และส่งสัญญาณเตือนให้ทราบถึงการทำงานที่ผิดปกติของอุปกรณ์ในระบบสารสะอาดดับเพลิง
- อุปกรณ์ควบคุมในการปลดปล่อยสารสะอาดดับเพลิงจากถังบรรจุ จะต้องสามารถใช้ได้ทั้งระบบไฟฟ้า ระบบนิวแมติกส์ หรือด้วยมือ
- ต้องมีระบบเตือนทั้งเสียงและแสงก่อนที่สารสะอาดดับเพลิง จะถูกปลดปล่อยออกจากถังบรรจุสารสะอาด
- ต้องติดตั้งป้ายสัญญาณเตือนไว้ที่บริเวณประตู ทั้งด้านในและด้านนอกพื้นที่ที่ติดตั้งระบบสารสะอาดดับเพลิง

### ระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง (Carbon Dioxide System)

ระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิงเหมาะสำหรับการดับเพลิงในพื้นที่ป้องกันที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือทรัพย์สินที่มีมูลค่าสูงและมีความสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจ โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับทรัพย์สินซึ่งปกปิดพื้นที่ที่ป้องกันนั้นจะต้องไม่มีคนปฏิบัติงาน มาตรฐานสำหรับระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิงนี้จะกล่าวถึงประเภทของการทำงานของระบบการทำงานของอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ การติดตั้งและการตรวจสอบระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมุ่งเน้นเฉพาะระบบแบบความดันสูง

#### 1. ระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง

##### 1.1 คุณสมบัติของก๊าซและระบบฯ

### คุณสมบัติของก๊าซ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้คือ ไม่มีสี ไม่กลิ่น ไม่นำไฟฟ้า ดังนั้น จึงเป็นก๊าซที่เหมาะสมกับการใช้ดับเพลิง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีน้ำหนักมากกว่าอากาศถึง 1.5 เท่า การดับเพลิงโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือการทำให้ปริมาณของก๊าซออกซิเจนหรือปริมาณไอของเชื้อเพลิงในอากาศลดลงจนถึงจุดที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้

### ประเภทของระบบฯ

ระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบ ดังต่อไปนี้คือ

#### - ระบบความดันต่ำ (Low Pressure System)

เป็นระบบที่มีการบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถังบรรจุภายใต้ความดัน 2068 กิโลปาสกาล (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) โดยมีการรักษาอุณหภูมิไว้ที่ -18 องศาเซลเซียส (0 องศาฟาเรนไฮต์) ตลอดเวลา

- ระบบความดันสูง (High Pressure System) ระบบนี้จะมีการบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ในถังบรรจุภายใต้ความดัน 5860 กิโลปาสกาล (850 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส (70 องศาฟาเรนไฮต์)

### วิธีการฉีดก๊าซฯ

ทั้งระบบความดันต่ำและความดันสูง จะมีวิธีการฉีดก๊าซเพื่อทำการดับเพลิงได้ทั้งหมด 3 วิธี คือ

1. การฉีดเฉพาะ (Local Application) เป็นการฉีดก๊าซผ่านท่อก๊าซ ซึ่งมีการเชื่อมต่อกับถังบรรจุก๊าซและหัวฉีดก๊าซอย่างถาวร ไปยังจุดหรือตำแหน่งที่เกิดเหตุเพลิงไหม้เท่านั้น

2. การฉีดท่วม (Total Flooding) ลักษณะของการฉีดก๊าซแบบนี้ จะมีการติดตั้งท่อจ่ายก๊าซเชื่อมต่อกับถังบรรจุก๊าซและหัวฉีดก๊าซอย่างถาวร โดยจะฉีดปริมาณก๊าซที่มีอยู่ทั้งหมดเข้าไปในพื้นที่ที่เกิดเพลิงไหม้ พื้นที่ที่จะใช้กับการฉีดแบบนี้จะต้องเป็นพื้นที่ปิดล้อมในกรณีถ้ามีช่องเปิดกว้างที่อยู่ภายในห้องนั้นจะต้องมีการคำนวณหาปริมาณก๊าซชดเชยในส่วนที่กระจายผ่านช่องเปิดออกไปยังนอกพื้นที่ด้วย ประเภทของเพลิงไหม้ที่ใช้กับการดับเพลิงแบบนี้มีอยู่ 2 ประเภท คือ

- ไฟไหม้ผิว (Surface Fire) จะต้องฉีดก๊าซให้หมดภายในเวลา 1 นาทีนับตั้งแต่ก๊าซเริ่มฉีดจนกระทั่งฉีดจนหมด

- ไฟไหม้ลึก (Deep Seated Fire) ก๊าซจะต้องถูกฉีดหมดภายในเวลา 7 นาที แต่ก๊าซจะต้องมีความเข้มข้นที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 3 นาที นับตั้งแต่ ก๊าซเริ่มฉีด

### 3. การฉีดด้วยใช้สายฉีด (Hand-Held Hose lines)

เป็นการวิธีการฉีดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ผ่านสายฉีดก๊าซ ทั้งที่เป็นสายฉีดแบบพับและสายฉีดแบบม้วน ซึ่งมีการติดตั้งท่อจ่ายก๊าซต่อเชื่อมระหว่างถังบรรจุก๊าซและสายฉีดเป็นการถาวร

#### ข้อจำกัดการใช้งาน

ระบบคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิงมีข้อได้เปรียบในการใช้งานดังต่อไปนี้

1. เมื่อคำนึงถึงการดับเพลิงที่เกิดกับเชื้อเพลิงประเภท ค. (Class D) ซึ่งไม่ต้องการให้เกิดการนำไฟฟ้าเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะที่ทำการดับเพลิง

2. เมื่อคำนึงถึงการทำความสะอาดสถานที่ภายหลังการฉีดก๊าซแล้วชนิดของอันตรายและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการดับเพลิงที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้คือ

- (1) ของเหลวไวไฟต่างๆ
- (2) อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า สะพานไฟฟ้า อุปกรณ์ตัดไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- (3) เครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีนและเชื้อเพลิงเหลวชนิดอื่น ๆ
- (4) เชื้อเพลิงทั่วไป เช่น กระดาษ ไม้ และเส้นใยผ้า
- (5) ของแข็งติดไฟต่างๆ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สามารถใช้ดับเพลิงที่เกิดจากวัสดุต่างๆ เหล่านี้คือ

- (1) สารเคมีที่มีความสามารถผลิตออกซิเจนได้เองเมื่อติดไฟ เช่น cellulose nitrate
- (2) โลหะติดไฟ เช่น sodium, potassium, magnesium, titanium, และ zirconium
- (3) วัสดุประเภท Metal hydrides

## ความปลอดภัยต่อชีวิต (Personnel Safety)

### อันตรายต่อชีวิต (Hazards to Personnel)

การฉีดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อทำการดับเพลิงนั้น ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่สะสมในขณะฉีดก๊าซ จะมีอันตรายต่อชีวิตเนื่องจากการขาดออกซิเจนในการหายใจและหมอกที่เกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ยากต่อการมองเห็นด้วย ห้องหรือพื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้งถังบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะต้องอยู่ใกล้และอยู่ภายนอกพื้นที่ทำการป้องกัน

### ระบบสัญญาณเตือนการฉีดล่วงหน้า (Pre-Discharge Alarm)

1. สัญญาณเตือนการฉีดล่วงหน้าจะมีการหน่วงเวลาให้พอเพียงพอต่อการอพยพคนในพื้นที่ก่อนที่จะมีการฉีดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในพื้นที่ป้องกันสัญญาณเตือนภัยแบบใช้เสียงและแบบใช้สายตาจะต้องทำงานเมื่อสัญญาณเตือนการฉีดล่วงหน้าดังขึ้นยกเว้นในกรณีที่มีการสั่งให้ระบบทำงานด้วยอุปกรณ์มือฉุกเฉิน
2. สัญญาณเตือนการฉีดล่วงหน้าต้องมีเสียงดังมากกว่าอย่างน้อย 15 เดซิเบล ของระบบเสียงรบกวนรอบข้างพื้นที่ หรือมากกว่าอย่างน้อย 5 เดซิเบล ของระบบเสียงรบกวนข้างที่ดังที่สุดโดยกำหนดให้เลือกใช้ค่าของระดับเสียงที่ดังที่สุด ซึ่งจะต้องทำการวัดระดับเสียงที่ระดับสูงจากพื้น 1.50 เมตร ภายในพื้นที่ทำงาน สัญญาณเตือนการฉีดล่วงหน้าจะต้องมีระดับเสียงไม่เกิน 120 เดซิเบล ที่ตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดในการได้ยินเสียงและจะต้องมีระดับเสียงไม่น้อยกว่า 90 เดซิเบล ที่ระยะห่าง 3 เมตร

### แบบฉีดเฉพาะพื้นที่ (Local Application)

ทำการฉีดด้วยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดตามที่ได้ออกแบบเพื่อป้องกันพื้นที่นั้นผ่านไปตามระบบท่อจ่ายก๊าซ ทำการจับเวลาระยะเวลาในการฉีดปริมาณก๊าซทั้งหมดให้มีเวลาตรงตามการคำนวณ และทำการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยความดันทุกตัวในระบบ

### แบบฉีดท่วมพื้นที่ (Total Flooding)

ทำการฉีดด้วยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดตามที่ได้ออกแบบไว้ ทำการตรวจวัดความเข้มข้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และระยะเวลาในการฉีดก๊าซทั้งหมด รวมทั้งตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ทำงานด้วยความดัน

### แบบสายฉีดด้วยมือ (Hand-Held Hose lines)

ทำการฉีดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด เพื่อทดสอบหัวฉีดและรูปแบบของการกระจายก๊าซออกจากหัวฉีด

### การตรวจจับ การสั่งงาน และการควบคุม (Detection, Actuation Control)

#### 1. การตรวจจับ (Detection)

การตรวจจับสามารถที่จะเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ อาทิเช่น อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) , อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ (Smoke Detector), อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (Flame Detector) ฯลฯ โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานของผลิตภัณฑ์จากสถาบันที่เชื่อถือได้

#### 2. ประเภทของการสั่งงาน (Actuation Types)

อุปกรณ์ตรวจจับอัตโนมัติที่ใช้ในระบบจะต้องได้รับใบรับรองจากสถาบันทดสอบที่น่าเชื่อถือได้ โดยอุปกรณ์ตรวจจับเหล่านี้อาจใช้วิธีการตรวจจับต่างๆ เช่น ความร้อน ควันไฟ เปลวไฟ ไอเผาไหม้ หรืออุปกรณ์ตรวจจับสิ่งผิดปกติอื่นๆ ระบบจะจัดแบ่งประเภท เป็นอัตโนมัติ และแบบมือปกติตามวิธีการสั่งงานดังต่อไปนี้คือ

2.1 การทำงานแบบอัตโนมัติ (Automatic) เป็นการทำงานของระบบโดยไม่ต้องใช้คนควบคุม

2.2 การทำงานแบบมือปกติ (Manual) การทำงานแบบนี้จะใช้มือ ในการสั่งงานผ่านอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ทำการป้องกัน เมื่อกระตุ้นอุปกรณ์เพื่อให้ทำงานจะสั่งงานระบบทำงาน

2.3 การทำงานแบบมือฉุกเฉิน (Emergency Manual) การทำงานโดยใช้มือเปิดกลไกที่ติดตั้งอยู่ใกล้กับอุปกรณ์ควบคุมการทำงานเพื่อสั่งงานให้ระบบทำงาน เช่น อุปกรณ์เปิดหัวถังฉุกเฉิน เป็นต้น

### 3. อุปกรณ์ทำงาน (Operating Devices)

อุปกรณ์ทำงานรวมทั้งอุปกรณ์ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือวาล์ว อุปกรณ์ควบคุมการฉีดและอุปกรณ์ปีกระบบ จะต้องได้รับใบรับรองจากสถาบันทดสอบที่น่าเชื่อถือได้ อุปกรณ์ทำงานด้วยมือ สามารถดึงได้ด้วยแรงไม่เกิน 178 นิวตัน และติดตั้งสูงจากพื้นไม่เกิน 1.20 เมตร จะต้องมีการติดป้ายแสดงวิธีการกระตุ้นและบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ทำงานด้วยมือ อุปกรณ์เตือนภัยจะมีหน้าที่เตือนบุคคลไม่ให้เข้าในพื้นที่อันตราย โดยมีระยะเวลาเตือนนานจะกระทั่ง

### 4. แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Sources)

แหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักที่จ่ายไฟฟ้าให้กับระบบการควบคุมและทำงานของระบบจะต้องมีกำลังพอและมีความน่าเชื่อถือได้ จะต้องมีการจัดให้มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองให้กับระบบโดยที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองจะต้องจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบได้ภายในระยะเวลาไม่เกิน 30 วินาที ภายหลังจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักเสียหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักจ่ายไฟฟ้าต่ำกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไฟฟ้าที่ระบบต้องการ อีกทั้งแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองจะต้องมีประสิทธิภาพในการจ่ายกำลังไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องให้กับอุปกรณ์ทั้งหมดภายในระบบที่ทำงาน ภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง และต้องสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์จ่ายก๊าซตลอดระยะเวลาการทำงาน ต้องจัดให้มีอุปกรณ์เตือนด้วยเสียงและอุปกรณ์แสดงผลสำหรับแสดงการทำงานของระบบและสถานะความต้องการการประจุแบตเตอรี่ อีกทั้งอุปกรณ์เตือนด้วยเสียงจะต้องดังเมื่อมีสัญญาณการสั่งงานอัตโนมัติกับระบบ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมสามารถตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว

### การบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide Supply)

ปริมาณก๊าซ (Quantities) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการดับเพลิง จะต้องมีความเพียงพอในการป้องกันพื้นที่อันตรายที่ใหญ่ที่สุดเท่านั้น หรือกลุ่มของอันตราย (Group of Hazard) ที่ต้องการป้องกันนั้นๆ

การบรรจุซ้ำ (Replenishment) ในการบรรจุก๊าซใหม่ เมื่อมีการฉีดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากถังบรรจุจะต้องรีบทำการบรรจุก๊าซเข้าไปใหม่ เพื่อให้ระบบมีความสามารถในการ

การป้องกันอัคคีภัยที่อาจเกิดขึ้นได้ภายในพื้นที่นั้นซ้ำอีก ฉะนั้นถ้าต้องใช้เวลาในการบรรจุก๊าซเข้าใหม่ การติดตั้งถังสำรองเพื่อเป็นระบบเสริมก็สมควรพิจารณา

คุณภาพของก๊าซ (Quality) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการดับเพลิงจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้คือ

(1) ที่สถานะเป็นไอ 99.5 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะต้องไม่มีสีหรือกลิ่น

(2) ที่สถานะของเหลว จะต้องมือน้ำผสมอยู่ไม่เกิน 0.01 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส (-30 องศาฟาเรนไฮต์)

(3) จะต้องมือน้ำมันผสมไม่เกิน 10 ppm โดยน้ำหนัก

ถังบรรจุก๊าซ (Storage Container)

(1) ถังบรรจุก๊าซและอุปกรณ์ประกอบจะต้องติดตั้งอยู่พื้นที่ที่สามารถเข้าไปตรวจสอบซ่อมบำรุงและเปลี่ยนถังได้โดยสะดวก

(2) ถังบรรจุก๊าซจะต้องติดตั้งอยู่ใกล้กับพื้นที่ที่ฉีดก๊าซ แต่จะต้องไม่ติดตั้งถังบรรจุก๊าซไว้ในพื้นที่ที่ฉีดก๊าซโคดเด็ดขาด

(3) พื้นที่ที่ตั้งถังบรรจุก๊าซจะต้องปลอดภัยจากอันตรายของสารเคมี กระแทกกระแทกและสภาพแวดล้อม

(4) เมื่อมีการบรรจุก๊าซใหม่สำหรับถังความดันสูง (High Pressure Cylinder) จะต้องมีการทดสอบโดยการอัดน้ำด้วยความดันเพื่อตรวจสอบสภาพถังก่อนการบรรจุใหม่ถ้าถังก่อนมีการติดตั้งมานานเกิน 5 ปี

(5) ในกรณีถังความดันสูงที่ถังบรรจุก๊าซและติดตั้งมานานถึง 12 ปี นับจากวันที่ทำการทดสอบครั้งสุดท้าย จะต้องทำการฉีดก๊าซภายในถังทิ้งและทำการทดสอบถัง ก่อนที่จะบรรจุก๊าซเข้าไปใหม่

(6) ถังบรรจุก๊าซทุกถังจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยความดันฉุกเฉิน โดยที่ขนาดและการต่ออุปกรณ์ให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด

(7) ขนาดของถังบรรจุก๊าซแบบความดันสูงมีให้เลือกตามมาตรฐานสากลดังต่อไปนี้ คือ 2.3,4.5,6.8,9.1,11.4,22.7,34.1,45.4, และ 54.4 กิโลกรัม

### ระบบการกระจาย(Distribution System)

#### ท่อและข้อต่อ (Pipe and Fittings)

- ท่อที่ใช้ในระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะเป็นท่อเหล็กกล้าหรือท่อเหล็กกล้าชุบสังกะสี ตามมาตรฐาน ASTM A-53 grade A หรือ B ทั้งที่เป็นแบบไม่มีตะเข็บ (Seamless) หรือแบบแนวเชื่อมไฟฟ้า (Electric Welded)

- ข้อต่อที่ทำจากเหล็กหล่อขนาด 150 (Class 150) จะไม่อนุญาตให้ใช้ในระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระดับเพลิง

#### วาล์ว (Valves)

- วาล์วที่ติดตั้งในระบบทุกตัว จะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้
- วัสดุที่ทำตัววาล์วและชิ้นส่วนภายในวาล์วต้องมีความทนทานต่อแรงดันที่เกิดขึ้นในขณะที่วาล์วทำงาน โดยไม่เกิดความเสียหาย

#### หัวฉีดก๊าซ (Discharge Nozzle)

- หัวฉีดก๊าซที่นำมาใช้ในระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้

- หัวฉีดก๊าซจะต้องมีการเลือกขนาด Orifice, รูปแบบ (Type), และอุปกรณ์ป้องกัน (Shield) ให้ถูกต้องกับขนาดห้องและวิธีการติดตั้งด้วย

- แผ่น Orifice ที่ใช้จะต้องทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาวะแวดล้อมของพื้นที่การใช้งาน

- ขนาดช่องของแผ่น Orifice จะต้องถูกต้องหรือเขียนบนหัวฉีดก๊าซทุกหัวฉีด
- อุปกรณ์ยึด (Support) หัวฉีดก๊าซจะต้องมีความแข็งแรงและทนต่อแรงกระแทกของความดันก๊าซเมื่อหัวฉีดก๊าซทำงาน
- ภายในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการระเบิด หัวฉีดก๊าซที่เป็นโลหะจะต้องมีการต่อเชื่อมหัวฉีดก๊าซกับสายดิน ทั้งนี้รวมถึงอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่เป็นโลหะภายในระบบด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดไฟฟ้าสถิตกับอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านั้น

### การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบ

จะต้องจัดให้มีการตรวจสอบและการบำรุงรักษาระบบให้มีความพร้อมในการใช้งานได้ตลอดเวลาโดยอย่างน้อยทุกๆ 1 ปี จะต้องมีการตรวจสอบระบบและอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดสำหรับถังบรรจุก๊าซในระบบความดันสูงจะต้องมีการตรวจสอบน้ำหนักบรรจุภายในถังทุกๆ 6 เดือน และถ้าถังบรรจุก๊าซนั้นๆ มีน้ำหนักลดลงมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักก๊าซสุทธิ จะต้องทำการเติมก๊าซใหม่หรือเปลี่ยนใช้ถังสำรองทันที

### มาตรฐานเส้นทางหนีไฟ

#### 1. ความหมายของเส้นทางหนีไฟ

คณะกรรมการมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย คณะกรรมการวิชาการวิศวกรรมเครื่องกล ประจำปี 2547 – 2540 (2550) ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ให้ความหมายของเส้นทางหนีไฟ ไว้ว่า เส้นทางหนีไฟ (Means of Egress) คือทางที่ต่อเนื่องและไม่มีอุปสรรคไม่ว่าจากตำแหน่งใดๆ ในอาคารหรือโครงสร้างอาคารไปยังทางสาธารณะ โดยตลอดเส้นทาง ซึ่งจะประกอบไปด้วย ทางไปสู่ทางหนีไฟ (Exit Access) ทางหนีไฟ (Exit) และทางปล่อยออก (Exit Discharge)

1.1 ทางไปสู่ทางหนีไฟ คือ ส่วนหนึ่งของเส้นทางหนีไฟที่นำไปสู่ทางหนีไฟ อาทิเช่น ห้องและพื้นที่ใช้งานในอาคาร โถงทางเดิน เป็นต้น โดยที่กรณีโถงทางเดินที่ต้องรองรับความจุคนมากกว่า 30 คน โถงทางเดินนี้จะต้องถูกแยกออกจากส่วนอื่นๆ ของอาคาร ด้วยวัสดุปิดล้อมทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

1.2 ทางหนีไฟ เป็นทางที่ถูกแยกออกจากส่วนอื่นๆ ของอาคาร เพื่อเป็นการป้องกันตลอดทางจนถึงทางปล่อยออก มีหลักเกณฑ์ดังนี้

1.2.1 ถ้าทางหนีไฟเชื่อมต่อกันไม่เกิน 3 ชั้น ให้กั้นแยกทางหนีไฟออกจากส่วนอื่นของอาคาร โดยการปิดล้อมทางหนีไฟทุกด้านด้วยอัคคีการทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

1.2.2 ถ้าทางหนีไฟเชื่อมต่อกันตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไป ให้กั้นแยกทางหนีไฟออกจากส่วนอื่นของอาคาร โดยการปิดล้อมทางหนีไฟทุกด้านด้วยอัคคีการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ซึ่งรวมถึงส่วนประกอบของโครงสร้างที่รองรับทางหนีไฟด้วย

1.2.3 ช่องเปิดต่าง ๆ ต้องป้องกันด้วยประตูทนไฟ (Fire Doors) โดยต้องติดตั้งอุปกรณ์ดึงหรือสลักบานประตูให้กลับมาอยู่ในตำแหน่งปิดอย่างสนิทได้เองโดยอัตโนมัติด้วย

1.2.4 ช่องเปิดที่เจาะทะลุส่วนปิดล้อมทางหนีไฟนั้น ยินยอมให้เจาะประตูที่เปิดจากช่องผ่านหรือพื้นที่ใช้งานเข้าสู่ทางหนีไฟ และประตูทางออกจากทางหนีไฟเท่านั้น ยกเว้นแต่ว่าเป็นเงื่อนไข ดังนี้

- ก. ท่อร้อยสายไฟที่จำเป็นต้องใช้ในบันได
- ข. ระบบท่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นในระบบปรับอากาศในบันได
- ค. ท่อน้ำหรือท่อไอน้ำที่จำเป็นต่อการทำความเย็นหรือทำความร้อนในส่วนปิดล้อมทางหนีไฟ
- ง. ท่อในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง
- จ. ท่อในระบบท่อน้ำ
- ฉ. การเจาะทะลุที่มีอยู่แต่เดิมและต้องทำการป้องกันตามที่ระบุในมาตรฐาน
- ช. การเจาะทะลุเพื่อเดินสายไฟของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยสายไฟนั้น
- ซ. ต้องอยู่ในท่อโลหะและช่องที่เจาะทะลุนั้นต้องทำการป้องกันตามที่ระบุในมาตรฐานนี้

1.2.5 ทางหนีไฟที่อยู่ติดกันต้องไม่มีการเจาะทะลุเชื่อมถึงกัน

1.2.6 การปิดล้อมของทางหนีไฟ ต้องทำอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งถึงทางปล่อยออก

1.2.7 ห้ามใช้ส่วนปิดล้อมทางหนีไฟเพื่อจุดประสงค์อื่น ที่อาจจะทำให้เกิดการขีดขวางในระหว่างการอพยพหนีไฟ

1.3 ทางปล่อยออก คือ เส้นทางหนีไฟที่อยู่ระหว่างจุดปลายของทางหนีไฟกับทางสาธารณะ โดยที่ปลายทางหนีไฟทุกทาง ต้องปล่อยโดยตรงสู่ทางสาธารณะ หรือภายนอกอาคาร สนาม ลาน หรือพื้นที่เปิดโล่ง โดยทางปล่อยออกภายนอกอาคารนั้นต้องมีความกว้างและขนาดพื้นที่เพียงพอสำหรับผู้ใช้อาคารทั้งหมด และต้องสามารถเข้าสู่ทางสาธารณะ ได้อย่างปลอดภัย มีหลักเกณฑ์ดังนี้

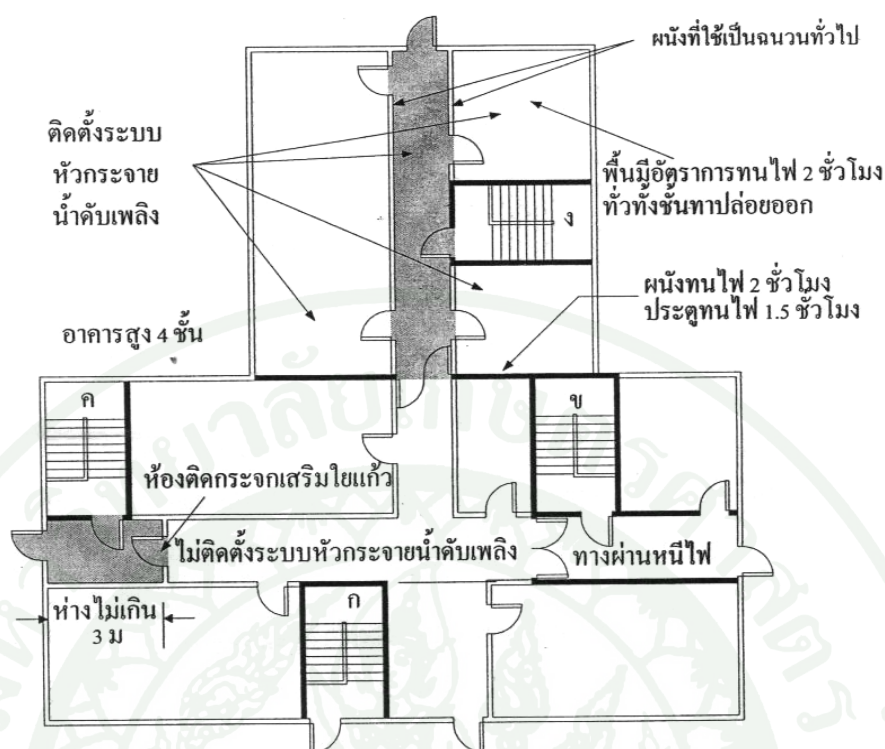
1.3.1 ทางปล่อยออกภายในอาคาร ต้องไม่เกินร้อยละ 50 ของจำนวนทางหนีไฟทั้งหมดที่ต้องการ และไม่เกินร้อยละ 50 ของขีดความสามารถของทางหนีไฟทั้งหมดที่ต้องการ โดยทางปล่อยออกภายในอาคารต้องนำไปสู่ภายนอกอาคาร โดยไม่มีสิ่งกีดขวางและต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจน และบอกทิศทางไปสู่ทางสาธารณะสังเกตเห็นได้ง่ายจากจุดทางออกหนีไฟ และชั้นที่เป็นทางปล่อยออกต้องติดตั้งระบบหัวกระจายดับเพลิงทั่วทั้งชั้น หรือติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงเฉพาะพื้นที่ที่เป็นทางปล่อยออก แต่ต้องกันแยกพื้นที่ที่ไม่ได้ติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงออกไปด้วยอัคระการทนไฟไม่น้อยกว่าอัคระการทนไฟของทางหนีไฟ

1.3.2 สำหรับอาคารเดิม ถ้าทางปล่อยออกภายในอาคาร ไม่เกินร้อยละ 50 ของจำนวนทางหนีไฟทั้งหมดที่ต้องการ ยกเว้นไม่ต้องพิจารณาถึงขีดความสามารถของทางหนีไฟ

1.3.3 ต้องกันแยกชั้นทางปล่อยออกทั้งชั้นออกจากชั้นที่อยู่ด้านล่างด้วยอัคระการทนไฟไม่น้อยกว่าอัคระการทนไฟของทางหนีไฟ ยกเว้นแต่เป็นช่องเปิดโล่งระหว่างชั้น (Atrium) ที่เชื่อมต่อไปยังชั้นด้านล่างชั้นทางปล่อยออกที่มีการป้องกันตามมาตรฐานกำหนด

1.3.4 ถ้าบันไดหนีไฟต่อเนื่องลงไปถึงชั้นด้านล่างชั้นทางปล่อยออกมากกว่า 1 ชั้น ทางปล่อยออกต้องมีแสงกันประตู่หรือวิธีอื่นใด เพื่อป้องกันการอพยพเลยจากชั้นทางปล่อยออก

1.3.5 กรณีใช้ชั้นหลังคาเป็นพื้นที่ปล่อยออกจากทางทางหนีไฟ พื้นของชั้นหลังคาต้องก่อสร้างให้มีอัคระการทนไฟไม่น้อยกว่าอัคระการทนไฟของทางหนีไฟที่ปล่อยคนสู่ชั้นหลังคาและต้องมีทางหนีไฟอย่างน้อย 1 ทาง จากชั้นหลังคาต่อเนื่อง และปลอดภัยสู่ระดับพื้นดิน



ภาพที่ 1 รายละเอียดของชั้นทางปล่อยออก

ที่มา: Cote and Harrington (2006)

## 2. จิตความสามารถของทางหนีไฟ

### 2.1 การคำนวณความจุคน

2.1.1 การคำนวณความจุคนของแต่ละพื้นที่หรือห้องใดๆ ต้องคำนวณโดยนำขนาดพื้นที่ที่ต้องการคำนวณหารด้วยพื้นที่ต่อคนตามที่กำหนดในตารางที่ 1 และ 2 โดยตารางดังกล่าวให้ใช้เฉพาะการคำนวณความจุคนเพื่อการหนีไฟเท่านั้น

2.1.2 กรณีติดตั้ง เก้าอี้ เติง หรืออุปกรณ์อื่นๆ ในลักษณะถาวรที่สามารถรับเป็นความจุคนได้ ให้คำนวณความจุคนโดยการนับจำนวนที่ปรากฏจริงได้ แต่เมื่อเทียบกับค่าที่คำนวณได้จากข้อที่ 2.1.1 ต้องเลือกค่าความจุคนที่สูงกว่า

2.1.3 หากพื้นที่ที่คำนวณความจุคน จากข้อที่ 2.1.1 และมีพื้นที่อื่นมาร่วมใช้ทางไปสู่ทางหนีไฟ (exit access) ด้วย ต้องนำจำนวนคนในพื้นที่อื่นดังกล่าวมารวมเป็นความจุคนด้วย

2.1.4 กรณีพื้นที่หรือห้องใดๆ ที่ใช้งานต่างกิจกรรมกันในเวลาต่างกัน ต้องคำนวณความจุคนจากลักษณะกิจกรรมการใช้ที่มีความจุคนที่สูงที่สุด

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้ทั่วไป กับขนาดพื้นที่ต่อคนเพื่อคำนวณความจุคน

| ลักษณะกิจกรรมการใช้ทั่วไป <sup>1</sup> | หมายเหตุ            | ขนาดพื้นที่ต่อคน <sup>2</sup><br>ตารางเมตรต่อคน |
|----------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------|
| กิจกรรมทั่วไป                          |                     |                                                 |
| สำนักงาน                               |                     | 10                                              |
| ห้องอาหาร โรงอาหาร                     |                     | 1.5                                             |
| ภัตตาคาร ห้องจัดเลี้ยง                 |                     | 1.5                                             |
| ศูนย์อาหาร (Food Center)               | แบบบริการตนเอง      | 1                                               |
| ร้านค้า                                |                     | 5                                               |
| พื้นที่ หรือห้องเก็บของ                |                     | 30                                              |
| ครัว                                   |                     | 10                                              |
| พื้นที่ซักล้างอบริด                    |                     | 10                                              |
| พื้นที่รับรองหรือต้อนรับ               | ไม่ใช่พื้นที่พักคอย | 3                                               |
| ห้องเอนกประสงค์                        |                     | 1                                               |
| ห้องประชุม ห้องสัมมนา                  |                     | 1.5                                             |
| ห้องพักของโรงแรม อพาร์ทเมนต์           | คำนวณแต่ละห้อง      | 20                                              |
| ห้องพักของหอพักนักเรียน                | คำนวณแต่ละห้อง      | 2                                               |
| ห้องสมุด                               | ดูกิจกรรมเฉพาะด้วย  | 10                                              |
| ห้องเครื่องจักรกล                      |                     | 30                                              |
| โถงทางเดิน                             | มีการกั้นแยกแบบถาวร | -                                               |
| ห้องน้ำ                                |                     | -                                               |
| กิจกรรมอื่นๆ                           |                     | 10                                              |

หมายเหตุ <sup>1</sup> พื้นที่ของกิจกรรมการใช้ ห้ามหักพื้นที่ของ เครื่องจักร อุปกรณ์ เฟอร์นิเจอร์ออกก่อนการคำนวณ (Gross Area)

<sup>2</sup> ขนาดพื้นที่ต่อคนให้ใช้ตามที่กำหนดในตารางนี้ ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่น

ที่มา: Cote and Harrington (2006)

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้แบบเฉพาะ กับขนาดพื้นที่ต่อคนเพื่อคำนวณความจุคน

| ลักษณะกิจกรรมการใช้แบบเฉพาะ <sup>1</sup>    | หมายเหตุ | ขนาดพื้นที่ต่อคน<br>ตารางเมตรต่อคน |
|---------------------------------------------|----------|------------------------------------|
| <b>สถานพยาบาล<sup>1</sup></b>               |          |                                    |
| พื้นที่พักคอยสำหรับผู้ป่วยนอก               |          | 1.5                                |
| ส่วนพยาบาล (Nurse Station)                  |          | 10                                 |
| ห้องผู้ป่วยหนัก                             |          | 20                                 |
| ห้องตรวจ (Consultant/Exam./Treatment)       |          | 5                                  |
| ห้องผู้ป่วยรวม                              |          | 20                                 |
| ห้องปฏิบัติการ (Laboratory)                 |          | 20                                 |
| ห้องเก็บยา                                  |          | -                                  |
| <b>สถานศึกษา<sup>2</sup></b>                |          |                                    |
| ห้องเรียน                                   |          | 1.5                                |
| ห้องเรียนคอมพิวเตอร์                        |          | 3                                  |
| ห้องสมุด                                    |          | 5                                  |
| ห้องเตรียมการเรียน (โรงเรียนประจำ)          |          | 1.5                                |
| ห้องทดลอง (Laboratory)                      |          | 5                                  |
| โรงฝึกงาน (Workshop)                        |          | 5                                  |
| ห้องเรียนกวดวิชา                            |          | 1                                  |
| โรงอาหาร                                    |          | 1                                  |
| <b>สำนักงาน<sup>2</sup></b>                 |          |                                    |
| โถงบริการธนาคาร (Banking Hall)              |          | 3                                  |
| ห้องเก็บเอกสาร (File Room)                  |          | 10                                 |
| ศูนย์บริการธุรกิจ (Business Center)         |          | 10                                 |
| ห้องมั่นคง                                  |          | 30                                 |
| ห้องเขียนแบบ และออกแบบ                      |          | 5                                  |
| <b>สถานที่ค้าขาย 2</b>                      |          |                                    |
| พื้นที่แสดงสินค้า                           |          | 1.5                                |
| พื้นที่จำหน่ายสินค้าราคาพิเศษ (Promotion)   |          | 1.5                                |
| ซูเปอร์มาเก็ต ซูเปอร์สโตร์                  |          | 5                                  |
| พื้นที่จำหน่ายสินค้าปกติ                    |          | 5                                  |
| <b>สถานที่อุตสาหกรรม</b>                    |          |                                    |
| พื้นที่การผลิต                              |          |                                    |
| ใช้แรงงานคนเป็นหลัก                         |          | 2                                  |
| ใช้แรงงานคนและเครื่องจักรอัตโนมัติ          |          | 6                                  |
| ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติเป็นหลัก             |          | 10                                 |
| ห้องซ่อมเครื่องจักรกล (Mechanical Workshop) |          | 10                                 |
| ห้องสมุด                                    |          | 5                                  |
| ห้องทดลอง (Laboratory)                      |          | 5                                  |
| โรงอาหาร                                    |          | 1                                  |

## ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ลักษณะกิจกรรมการใช้แบบเฉพาะ <sup>1</sup> | หมายเหตุ                 | ขนาดพื้นที่ต่อคน<br>ตารางเมตรต่อคน |
|------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| สถานที่ชุมชน                             |                          |                                    |
| โรงยิมเนเซียม                            |                          | 3.5                                |
| พื้นที่ฝึกซ้อมกีฬา                       |                          | 3                                  |
| ลานสรวายน้ำ                              |                          | 5                                  |
| โบว์ลิ่ง                                 | ไม่รวมพื้นที่เล่น        | 1                                  |
| สวนสนุก                                  | ไม่รวมพื้นที่เครื่องเล่น | 1                                  |
| ห้องบิลเลียด                             |                          | 5                                  |
| ลานสเก็ต                                 |                          | 3                                  |
| ดิสโกเทค                                 |                          | 1                                  |
| คาราโอเกะ                                |                          | 2.5                                |
| ไนต์คลับ                                 |                          | 2                                  |
| สโมสร/คลับ/ศูนย์ออกกำลังกาย              |                          | 5                                  |
| ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า/ห้องน้ำ              |                          | -                                  |
| พื้นที่พักผ่อนโดยสาธารณะ                 |                          | 3                                  |
| พื้นที่สถานีส่งด้านขาออก                 |                          | 3                                  |
| พื้นที่สถานีส่งด้านขาเข้า                |                          | 1.5                                |
| เวทีการแสดง                              |                          | -                                  |
| หลังเวทีการแสดง                          |                          | 3                                  |
| ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าในโรงมหรสพ            |                          | 3                                  |
| ห้องควบคุมระบบในโรงมหรสพ                 |                          | 5                                  |
| พื้นที่พักผ่อน หรือเข้าคิว               | แบบยืน                   | 0.3                                |
| พื้นที่เข้าชม หรือร่วมงาน อัจฉริยะ       | แบบนั่งชมกีฬา การแสดง    | 1.5                                |
| พื้นที่ หรือห้องเอนกประสงค์              | แบบยืน                   | 0.3                                |
| พื้นที่ หรือห้องจัดคอนเสิร์ต             | แบบยืน                   | 0.3                                |

หมายเหตุ <sup>1</sup> พื้นที่ของกิจกรรมการใช้ ห้ามหักพื้นที่ของเครื่องจักร อุปกรณ์ เฟอร์นิเจอร์ออกก่อน

การคำนวณ (Gross Area)

<sup>2</sup> กรณีในสถานประกอบการมีการใช้หลายกิจกรรม ต้องใช้ขนาดพื้นที่ต่อคนตามกิจกรรมที่กำหนดในตารางที่ 1 และ 2 โดยเลือกขนาดพื้นที่ต่อคนที่ต่ำที่สุดมาคำนวณความจุ

<sup>3</sup> ความจุคนของพื้นที่การผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมให้ยึดถือจำนวนคนงานตามที่ได้รับอนุญาตจริงจากทางราชการ แต่ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณได้จาก ตารางที่ 2

สถานอุตสาหกรรม

ที่มา: Cote and Harrington (2006)

2.1.5 กรณีมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการใช้งานในอาคารที่ก่อสร้างเสร็จและใช้งานแล้ว กิจกรรมที่เปลี่ยนแปลงนั้น ต้องมีความจุคนไม่เกินค่าความจุคนเดิมของอาคารหลังนั้น โดยมีข้อยกเว้น หากปรับปรุงอาคารให้มีขีดความสามารถของทางหนีไฟที่รองรับ ความจุคนของกิจกรรมการใช้ใหม่ได้

2.1.6 การคำนวณความจุคนให้ครอบคลุมทั้งสถานที่ใช้งานลักษณะถาวรและลักษณะชั่วคราว

## 2.2 ขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟ

2.2.1 ขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟของแต่ละชั้น รวมทั้ง ระเบียงและพื้นที่ที่มีคนใช้สอยอยู่ต้องเพียงพอกับความจุคนทั้งหมดตามที่คำนวณจากการคำนวณความจุคน

2.2.2 กรณีบันไดรองรับการหนีไฟมากกว่า 1 ชั้น ให้ใช้ความจุคนของแต่ละชั้นเท่านั้น ในการคำนวณขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟที่ชั้นนั้นๆ และขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟนั้น ต้องไม่ลดลงตลอดตามทิศทางการหนีไฟ

2.2.3 กรณีชั้นตรงกลางที่รองรับการหนีไฟจากชั้นบนและชั้นล่าง ขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟของชั้นตรงกลาง ให้คำนวณจากผลรวมของความจุคนของชั้นบนและชั้นล่าง

2.2.4 กรณีชั้นลอยหรือระเบียงที่ต้องอพยพลงมายังชั้นที่อยู่ด้านล่าง ให้รวมความจุคนของชั้นลอยหรือระเบียงนั้นๆ เข้ากับความจุคนของชั้นที่อยู่ด้านล่าง

2.2.5 ขีดความสามารถของช่องผ่าน ให้คำนวณจากความจุคนทั้งหมดที่ใช้ช่องผ่านนั้นเป็นทางไปสู่ทางหนีไฟ หากด้วยจำนวนทางหนีไฟทั้งหมด ซึ่งต้องไม่น้อยกว่าขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟที่ช่องผ่านนั้นต่อเชื่อมอยู่

2.2.6 ความกว้างของเส้นทางหนีไฟ ต้องกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร โดยวัดที่จุดที่แคบที่สุดในเส้นทางหนีไฟ ยกเว้นส่วนที่ยื่นเข้ามาด้านละไม่เกิน 110 มิลลิเมตร และสูงไม่เกิน 950 มิลลิเมตร และความกว้างสุทธิต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณได้จาก ตารางที่ 3 คูณกับความจุคนรวมสำหรับเส้นทางหนีไฟนั้น

2.2.7 ห้องหรือพื้นที่กักการชุมนุมคน เส้นทางออกและประตูทางเข้าออกหลักที่มีแห่งเดียว ต้องรองรับจำนวนคนได้ไม่น้อยกว่า 2/3 ของจำนวนคนทั้งหมดในห้องหรือพื้นที่นั้น

ตารางที่ 3 ความกว้างต่อคนเพื่อคำนวณความกว้างของเส้นทางหนีไฟ

| ประเภทกิจการ              | บันไดหรือทางลาดเอียง<br>(มิลลิเมตร ต่อคน) | ประตูและทางราบ<br>(มิลลิเมตร ต่อคน) |
|---------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| กิจการเสี่ยงสูง           | 18                                        | 10                                  |
| กิจการเพื่อใช้รักษาพยาบาล | 15                                        | 13                                  |
| กิจการชุมนุมคน            | 10                                        | 8                                   |
| กิจการอื่นๆ               | 8                                         | 5                                   |

ที่มา: คณะอนุกรรมการมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย คณะกรรมการวิชาการวิศวกรรมเครื่องกล  
ประจำปี 2547-25450 (2550)

#### การคำนวณเวลาในการอพยพ

Fahy (2003) กล่าวว่า การคำนวณเวลาการเดินทางแบบคนเดียวเป็นวิธีที่ดีพอใช้และตรงไปตรงมาสำหรับการคำนวณเวลา ซึ่งเวลาของการเดินทางจะเป็นผลของระยะทางที่เดินและความเร็วในการเดิน ในการคำนวณเวลาการเดินทางของกลุ่มคนตามสถานที่อยู่จะซับซ้อนมากยิ่งขึ้น โดยองค์ประกอบของการเคลื่อนไหวกของกลุ่มคนจะประกอบไปด้วยปัจจัย 3 ปัจจัย คือ ความหนาแน่นของกลุ่มคน ความเร็วในการเคลื่อนที่และการไหล โดยความหนาแน่นของกลุ่มคนจะแทนด้วยจำนวนบุคคลต่อหน่วยพื้นที่ เช่น มีความหนาแน่น 2.0 คนต่อตารางเมตร นอกจากนี้ความหนาแน่นยังสามารถอธิบายได้ในรูปพื้นที่ต่อคน ได้อีกด้วย ส่วนความเร็วคืออัตราการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งของผู้อาศัยสถานที่นั้นต่อเวลา ซึ่งมักจะมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที และการไหลคืออัตราที่ผู้คนเคลื่อนที่ผ่านจุดที่กำหนดไว้ต่อหน่วยของเวลา ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของทั้งสามองค์ประกอบนี้ได้ดังนี้

$$\text{อัตราการไหล} = \text{ความเร็ว} \times \text{ความหนาแน่น} \times \text{ความกว้าง}$$

เนื่องจากว่า ความเร็วเป็นฟังก์ชันของความหนาแน่น กล่าวคือ หากมีคนหนาแน่นมาก การเคลื่อนที่ของกลุ่มคนก็จะช้าตามไปด้วย แต่การไหลและความหนาแน่นยังมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนมากกว่านั้น โดยที่ที่มีความหนาแน่นต่ำ ก็อาจจะมียัตราของการไหลน้อยได้ อัตราการไหลที่ดีที่สุดจะมีความหนาแน่นเท่ากับ 2 คนต่อตารางเมตร ซึ่งมีที่มาจากหนังสือคู่มือของวิศวกรรมการป้องกันอัคคีภัย

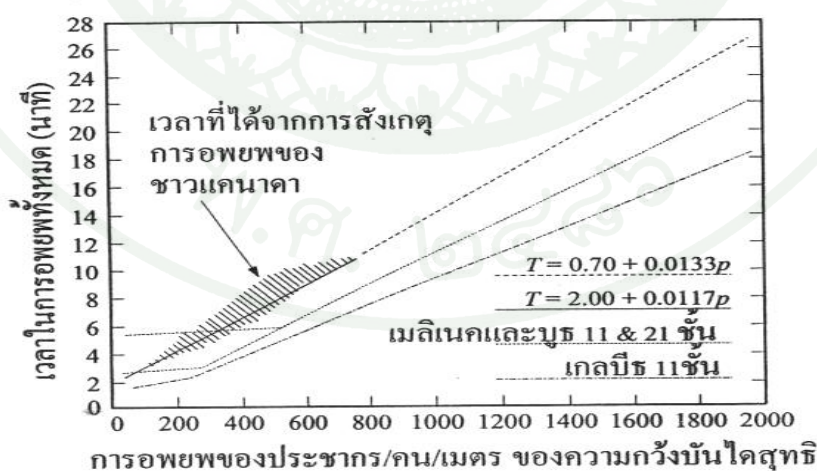
มีวิธีการคำนวณเวลาในการผ่านทางออกต่างๆ มากมายหลายแบบ เช่น การไหลผ่านประตู หรือเฉลี่ยสามารถคำนวณได้ ความเร็วในการเดินสามารถคำนวณหรือสามารถใช้เป็นแบบจำลอง ในการคำนวณเวลาการอพยพได้ ซึ่งวิธีเหล่านี้ก็ง่ายพอที่จะสามารถคำนวณได้ด้วยมือ หรือสามารถ คำนวณได้ด้วยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะรวบรวมปัจจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมอื่นๆ นำ มารวมในการคำนวณ

### สมการเวลาการอพยพที่เคยได้มีการศึกษาไว้

จากภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบเวลาการอพยพสำหรับอาคารสูง เพื่อใช้ทำนายเวลาของ การอพยพออกจากอาคาร ซึ่งข้อมูลที่พล็อตได้จากเครื่องวัดการอพยพออกจากอาคารของอาคาร สำนักงานตั้งแต่ชั้น 8 ถึง ชั้นที่ 21 พล็อตสังเกตพบว่า อาคารที่มีผู้อาศัยไม่มากเวลาการอพยพจะ ประมาณ 10 วินาทีต่อชั้น ส่วนอาคารที่มีผู้อาศัยมากเวลาการอพยพจะประมาณ 20 วินาทีต่อชั้น ซึ่ง เขานำมาสร้างเป็นสมการของเวลาการอพยพ ได้ดังนี้

$$T = 0.70 + 0.0133p$$

โดยที่สมการนี้จะสามารถนำไปใช้ทำนายเวลาการอพยพกับอาคารที่มีประชากรเกินกว่า 800 คนต่อความกว้างของบันไดสุทธิ โดยที่  $T$  คือ เวลาร้อยที่สุดที่ใช้ในการอพยพ โดยชนิดและ ขนาดของบันไดจะไม่เป็นตัวแปร และ  $p$  คือประชากรที่อพยพจริงต่อหน่วยความกว้างขั้นบันไดสุทธิ



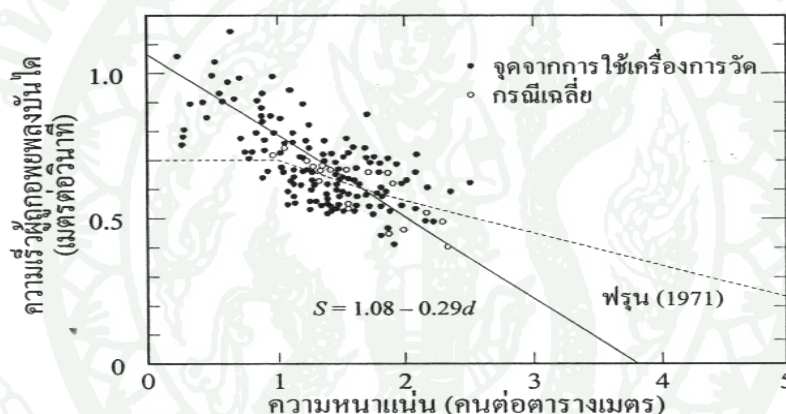
ภาพที่ 2 การทำนายและผลจากการสังเกตเวลาการอพยพออกจากอาคารสำนักงานสูง

ที่มา: Cote and Harrington (2006)

ซึ่งพอลัสได้ให้คำนิยามของความกว้างชั้นบันไดสุทธิไว้ว่า ความกว้างสุทธิของชั้นบันไดคิดจากความกว้างทั้งหมดจากผนังถึงผนังหักลบความกว้างของส่วนยื่นที่ยื่นออกมา และสามารถสร้างเป็นสมการ จากภาพที่ 3 ได้ดังนี้

$$T = 2.00 + 0.0117p$$

ซึ่งสมการนี้จะใช้กับจำนวนประชากรต่อหน่วยความกว้างชั้นบันไดสุทธิที่น้อยกว่า 800 คน พอลัสยังตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการอพยพและความหนาแน่นบนชั้นบันไดระหว่างการอพยพ โดยไม่ได้ควบคุมปัจจัยต่างๆ ดังแสดงผลในภาพที่ 4 ซึ่งมีเงื่อนไขว่าการเคลื่อนที่ในการอพยพจะต้องอยู่ในแนวตั้งและมีทิศทางลงด้านล่าง

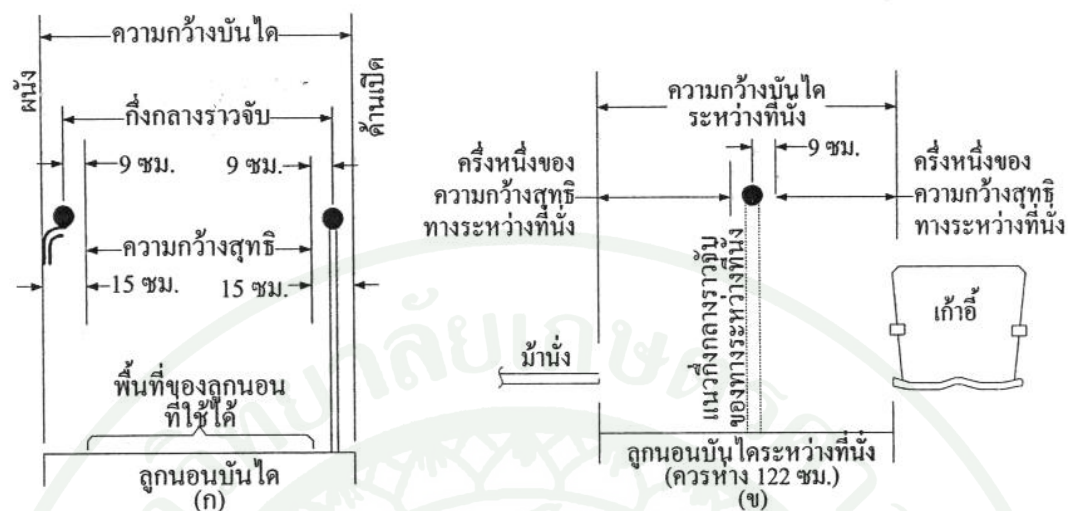


ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความหนาแน่นบนชั้นบันไดในการอพยพที่ไม่มีการควบคุม

ที่มา: Cote and Harrington (2006)

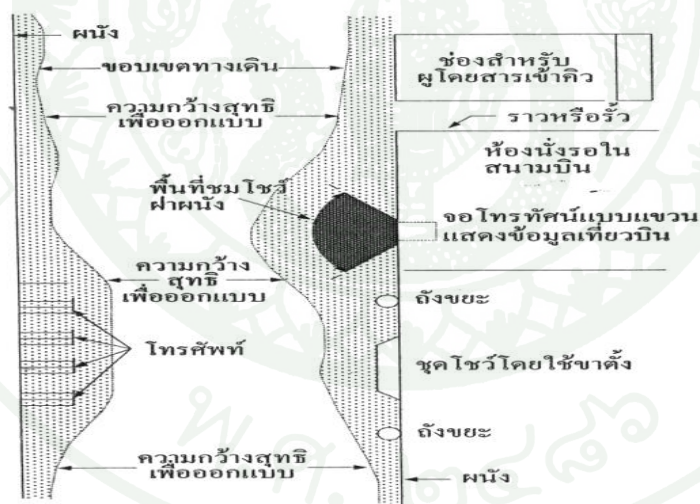
### การคำนวณการไหล

การประมาณของโมเดลเวลาการอพยพที่ใช้ชุดข้อมูลที่สัมพันธ์กับข้อมูลที่ได้มาจากการทดลองและสังเกต เพื่อใช้ในการประมาณการไหลของคน จากภาพที่ 3 เป็นการแสดงแบบอย่างของความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งข้อมูลและสมการที่ได้มาจากการหาความสัมพันธ์ ซึ่งสมการและความสัมพันธ์ที่แสดงไว้ต่อไปนี้ สามารถนำสมการนั้นมาใช้แยกเดี่ยว ๆ หรืออาจนำมาใช้รวมกันเพื่อแก้ปัญหาคารการอพยพที่ซับซ้อน



ภาพที่ 4 รูปแบบการวัดความกว้างสุทธิของขั้นบันไดที่สัมพันธ์กับกำแพง, ราวจับและที่นั่ง

ที่มา: Fahy (2003)



ภาพที่ 5 ความกว้างสุทธิของโถงทางเดินสาธารณะ

ที่มา: Fahy (2003)

ความกว้างสุทธิ (Effective Width,  $W_e$ ) คือ ระยะห่างระหว่างแนวขอบเขตกำแพงกับสิ่งกีดขวางที่ตั้งอยู่ในแนวการเคลื่อนที่ของคนไปยังเส้นทางออก โดยระยะห่างระหว่างนี้จะต้องมีเพียงพอสำหรับการแกว่งแขนหรือร่างกายด้านข้างเพื่อใช้ช่วยสร้างความสมดุลของร่างกายในขณะที่เคลื่อนที่

การอธิบายปรากฏการณ์การเคลื่อนไหวกว้างของฝูงชนถูกค้นพบในงานเขียนของพอล์ส , ฟรุณ และฮาบีชท์ และ บรากสมา ซึ่งใช้ในการอธิบายความกว้างของเส้นทางออกไว้ว่า คือ ความกว้างทั้งหมดของเส้นทางออกหักออกด้วยแนวขอบเขต ภาพที่ 5 และภาพที่ 6 แสดงให้เห็นถึงความกว้างสุทธิและแนวขอบเขต โดยตารางที่ 10 คือการแสดงรายการของความกว้างแนวขอบเขต ซึ่งความกว้างสุทธิของส่วนใด ๆ ของเส้นทางออกคือความกว้างทั้งหมดของส่วนนั้น ๆ ของเส้นทางออกหักออกด้วยแนวขอบเขต

#### ความกว้างทั้งหมดวัดได้จาก

1. วัดจากกำแพงถึงกำแพงในโถงทางเดินหรือทางเดินระหว่างอาคาร
2. วัดจากความกว้างของลูกนอนของบันได
3. วัดจากความกว้างตามจริงของประตูในตำแหน่งเปิด
4. วัดจากช่องว่างระหว่างที่นั่งตามทางเดินระหว่างที่นั่งในที่ชุมนุมคน
5. วัดจากช่องว่างระหว่างส่วนที่ยื่นมากที่สุดของที่นั่ง (เมื่อไม่มีการนั่ง) ในแถวนอนของที่นั่งในที่ชุมนุมคน

ส่วนยื่นของราวจับได้รับการพิจารณาโดยเปรียบเทียบความกว้างสุทธิโดยปราศจากราวจับและความกว้างสุทธิโดยใช้ความกว้างทั้งหมดจากแนวขอบเขตของราวจับ ซึ่งจะใช้ค่าความกว้างสุทธิที่เล็กกว่าในการคำนวณ โดยใช้ค่าในตารางที่ 4 สำหรับราวจับที่ยื่นออกมากกว่า 6 เซนติเมตรเท่านั้นจึงจะใช้ได้ โดยร่างกายส่วนอื่นที่สูงกว่าและต่ำกว่าส่วนยื่น เช่น อุปกรณ์เตือนภัยก็จะคิดในลักษณะเดียวกับราวจับ ซึ่งเส้นทางออกไม่ว่าจะกว้างกว่าหรือแคบกว่า ก็จะอยู่ที่ความกว้างทั้งหมดเท่านั้น

ความหนาแน่น (Density :  $D$ ) ความหนาแน่นเป็นการวัดระดับของการเบียดเสียดอัดเยียดกันของการอพยพ ซึ่งคิดเทียบในรูปคนต่อหน่วยพื้นที่ ในการคำนวณเรื่องนี้ความหนาแน่นจะมีหน่วยเป็นคนต่อตารางฟุต (หรือคนต่อตารางเมตร)

ถ้าประชากรที่อพยพอย่างกระจัดกระจายไม่หนาแน่น ในการคำนวณเวลาของการเดินทางไปยังทางออก สามารถคำนวณได้ที่ละชั้น ๆ โดยความหนาแน่นของเส้นทางออกขึ้นอยู่กับจำนวนคนที่เข้าสู่เส้นทางลบด้วยคนที่ผ่านเส้นทางนั้น

ตารางที่ 4 ความกว้างของแนวขอบเขต

| ประเภททางออก                         | แนวขอบเขต |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|
|                                      | นิ้ว      | เซนติเมตร |
| บันได – ผนังหรือด้านข้างของลูกนอน    | 6         | 15        |
| รั้ว , ราวจับ <sup>1</sup>           | 3.5       | 9         |
| เก้าอี้ในโรงหนัง , ม้านั่งในสนามกีฬา | 0         | 0         |
| โถงทางเดิน , ทางลาด                  | 8         | 20        |
| สิ่งกีดขวางใด ๆ                      | 4         | 10        |
| ทางเข้าออก                           | จนถึง 18  | 46        |
| ประตู , รั้วทางลอด                   | 6         | 15        |

หมายเหตุ ค่าของราวจับจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อระยะราวจับน้อยกว่าความกว้างสุทธิ

ที่มา: Fahy (2003)

ความเร็วในการเดินออกของแต่ละบุคคล (Speed of Exiting Individuals : S) ความเร็วในการอพยพออกของกลุ่มเป็นฟังก์ชันของความหนาแน่นของประชากร ซึ่งความสัมพันธ์นี้ได้มาจากฟรุน พอลส์และเพรตเทเชนสกี และมิลินสกี

ถ้าความหนาแน่นของประชากรน้อยกว่า 0.05 คนต่อตารางฟุต (0.54 คนต่อตารางเมตร) ของเส้นทางออก (20 ตารางฟุตต่อคน ; 1.85 ตารางเมตรต่อคน) แต่ละคนจะเคลื่อนที่ด้วยก้าวเดินของตนเองและจะมีความเร็วเป็นอิสระจากคนอื่น ๆ ถ้าความหนาแน่นของประชากรมากกว่า 0.35 คนต่อตารางฟุต (3.8 คนต่อตารางเมตร) ก็จะไม่มีการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นจนกระทั่งความหนาแน่นของฝูงชนลดลงมากพอ ฝูงชนก็จะเคลื่อนผ่านจุดนี้ไปได้

ตารางที่ 5 ความเร็วในการอพยพออก

| ประเภททางออก                                                    | k <sub>1</sub>                                 | k <sub>2</sub>   |     |      |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|-----|------|
| โถงทางเดิน, ทางเดินระหว่างที่นั่ง, ทางลาด<br>และทางระหว่างประตู | 275                                            | 1.40             |     |      |
| บันได                                                           | <div><div>ลูกตั้ง</div><div>ลูกนอน</div></div> |                  |     |      |
|                                                                 | นิ้ว (เซนติเมตร)                               | นิ้ว (เซนติเมตร) |     |      |
|                                                                 | 7.5 (190)                                      | 10 (254)         | 196 | 1.00 |
|                                                                 | 7.0 (178)                                      | 11 (279)         | 212 | 1.08 |
|                                                                 | 6.5 (165)                                      | 12 (305)         | 229 | 1.16 |
|                                                                 | 6.5 (165)                                      | 13 (330)         | 242 | 1.23 |

ที่มา: Fahy (2003)

การจำกัดความหนาแน่นของคนอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.35 คนต่อตารางฟุต (0.54 ถึง 3.8 คนต่อตารางเมตร) ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความหนาแน่นสามารถแสดงได้ในรูปของสมการเชิงเส้นดังนี้

$$S \equiv k - akD \quad (1)$$

โดยที่

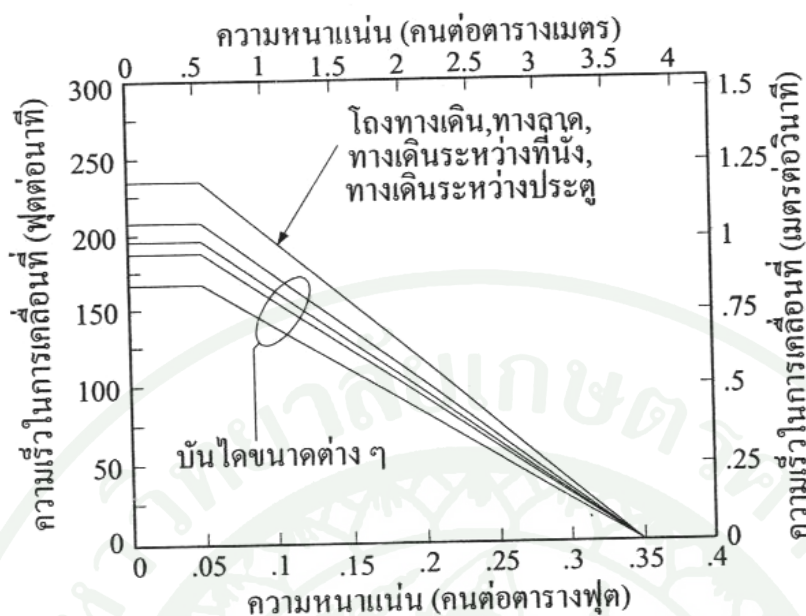
S คือ ความเร็วตลอดการเดินทาง

D คือ ความหนาแน่น (คนต่อหน่วยพื้นที่)

k คือ ค่าคงที่ ดังในตารางที่ 5 ที่ซึ่ง

$k = k_1$  และ  $a = 2.86$  เมื่อ ความเร็วมีหน่วยฟุตต่อวินาที และความหนาแน่นมีหน่วยเป็นคนต่อตารางฟุต

$k = k_2$  และ  $a = 0.266$  เมื่อ ความเร็วมีหน่วยเมตรต่อวินาที และความหนาแน่นมีหน่วยเป็นคนต่อตารางเมตร



ภาพที่ 6 ความเร็วของการอพยพออกเป็นฟังก์ชันของความหนาแน่นดังสมการ  $S = k - akD$

ที่มา: Fahy (2003)

จากภาพที่ 6 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความหนาแน่น ความเร็วที่ได้จากสมการที่ 1 เป็นการเคลื่อนที่ตลอดเส้นทาง เช่น ตลอดความยาวของลูกนอนของชั้นบันได ตารางที่ 6 ได้ให้ตัวคูณเพื่อความสะดวกในการระยะของลูกตั้งของบันไดไปเป็นระยะทางการเคลื่อนที่ตลอดเส้นทาง สำหรับการเคลื่อนที่ลงพื้นต้องเพิ่มค่าที่ได้จากตารางที่ 6 เช่นกัน โดยความเร็วสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อความหนาแน่นน้อยกว่า 0.05 คนต่อตารางฟุต (0.54 คนต่อตารางเมตร) ซึ่งความเร็วสูงสุดจะแสดงดังตารางที่ 7

ภายในขนาดของบันไดที่แสดงในตารางที่ 5 ถึง 7 ความเร็วของการอพยพตามชั้นบันไดขนาดต่างๆ ประมาณว่าเท่ากับรากที่สองของอัตราส่วนของความกว้างของลูกนอนกับความสูงของลูกตั้ง แต่ยังไม่มีความสัมพันธ์ที่จะกำหนดความสัมพันธ์ได้ เพื่อใช้กับขนาดของชั้นบันไดขนาดอื่นได้

ตารางที่ 6 ตัวแปลงค่าของความสัมพันธ์ของระยะการเดินทางในแนวดิ่งกับบันไดขนาดต่าง ๆ

| ลูกตั้งของบันได<br>นิ้ว (เซนติเมตร) | ลูกนอนของบันได<br>นิ้ว (เซนติเมตร) | ตัวแปลงค่า |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------|
| 7.5 (190)                           | 10 (254)                           | 1.66       |
| 7.0 (178)                           | 11 (279)                           | 1.85       |
| 6.5 (165)                           | 12 (305)                           | 2.08       |
| 6.5 (165)                           | 13 (330)                           | 2.22       |

ที่มา: Fahy (2003)

ตารางที่ 7 ค่าสูงสุดของความเร็วของการไหลที่ทางออก (โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง)

| ประเภททางออก                                                             |                  | ความเร็ว - ตลอดการเดินทาง |               |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|---------------|
|                                                                          |                  | ฟุตต่อนาที                | เมตรต่อวินาที |
| โถงทางเดิน, ทางเดินระหว่างที่นั่ง, ทางลาด<br>และทางระหว่างประตู<br>บันได | ลูกตั้ง          | 235                       | 1.29          |
|                                                                          | ลูกนอน           |                           |               |
|                                                                          | นิ้ว (เซนติเมตร) |                           |               |
|                                                                          | นิ้ว (เซนติเมตร) |                           |               |
|                                                                          | 7.5 (190)        |                           |               |
|                                                                          | 7.0 (178)        |                           |               |
|                                                                          | 6.5 (165)        | 167                       | 0.85          |
|                                                                          | 12 (305)         |                           |               |
|                                                                          | 11 (279)         |                           |               |
|                                                                          | 10 (254)         |                           |               |
|                                                                          | 6.5 (165)        | 187                       | 0.95          |
|                                                                          | 13 (330)         |                           |               |
|                                                                          | 6.5 (165)        | 196                       | 1.00          |
|                                                                          | 12 (305)         |                           |               |
|                                                                          | 6.5 (165)        | 207                       | 1.05          |
|                                                                          | 13 (330)         |                           |               |

ที่มา: Fahy (2003)

การไหลจำเพาะ,  $F_s$  เป็นการไหลของการอพยพผ่านจุดหนึ่ง ๆ ในเส้นทางออกต่อหน่วยของเวลาต่อหน่วยของความกว้างสุทธิ,  $W_e$  ของเส้นทาง การไหลจำเพาะถูกอธิบายในหน่วยคนต่อนาทีต่อฟุตของความกว้างสุทธิ (โดยที่ค่าของ  $k = k_1$ , จากตารางที่ 5) หรือคนต่อวินาทีต่อเมตรของความกว้างสุทธิ (โดยที่ค่าของ  $k = k_2$ , จากตารางที่ 5) จะได้สมการการไหลจำเพาะดังนี้

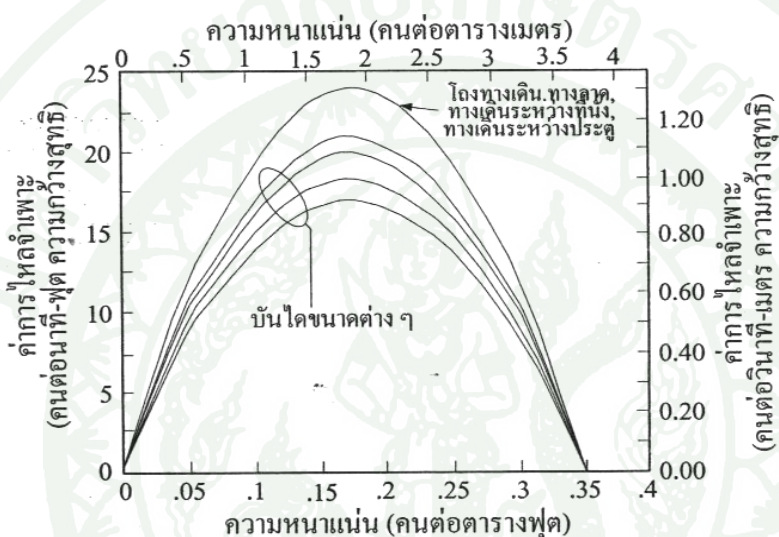
$$F_s = SD \quad (2)$$

โดยที่

$F_s$  คือการไหลจำเพาะมีหน่วยเป็นคณต่อนาทีต่อตารางฟุต(คณต่อนาทีต่อตารางเมตร)

$S$  คือ ความหนาแน่น มีหน่วยเป็นคณต่อนาทีต่อตารางฟุต (คณต่อนาทีต่อตารางเมตร)

$D$  คือ ความเร็วของการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็นฟุตต่อนาที (เมตรต่อนาที)



ภาพที่ 7 การไหลจำเพาะที่เป็นฟังก์ชันของความหนาแน่น

ที่มา: Fahy (2003)

เมื่อแทนสมการที่ (1) ในสมการที่ (2) จะได้

$$F_s = (1 - aD)kD \quad (3)$$

โดยที่  $k$  แสดงไว้ในตารางที่ 5

ความสัมพันธ์ของการไหลจำเพาะกับความหนาแน่นแสดงได้ดังภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่าการไหลจำเพาะจะมีค่าสูงสุด เมื่อความหนาแน่นของช่องทางออกเท่ากับ 0.175 คณต่อนาทีต่อตารางฟุต (1.9 คณต่อนาทีต่อตารางเมตร) และการไหลจำเพาะสูงสุดจะสัมพันธ์กับชนิดของทางออก ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าสูงสุดของความเร็วจำเพาะ,  $F_{sm}$

| ประเภททางออก                             |             | ความเร็วจำเพาะสูงสุด |                    |      |
|------------------------------------------|-------------|----------------------|--------------------|------|
|                                          |             | คนต่อนาทีต่อฟุต      | คนต่อวินาทีต่อเมตร |      |
|                                          |             | ของความกว้างสุทธิ    | ของความกว้างสุทธิ  |      |
| โถงทางเดิน, ทางเดินระหว่างที่นั่ง,ทางลาด |             |                      |                    |      |
| และทางระหว่างประตู                       |             | 24.0                 | 1.32               |      |
| บันได                                    | ลูกตั้ง     |                      |                    |      |
|                                          | ลูกนอน      |                      |                    |      |
|                                          | นิ้ว        | นิ้ว                 |                    |      |
|                                          | (เซนติเมตร) | (เซนติเมตร)          |                    |      |
|                                          | 7.5 (190)   | 10 (254)             | 17.1               | 0.95 |
|                                          | 7.0 (178)   | 11 (279)             | 18.5               | 1.01 |
|                                          | 6.5 (165)   | 12 (305)             | 20.0               | 1.09 |
|                                          | 6.5 (165)   | 13 (330)             | 21.1               | 1.16 |

ที่มา: Fahy (2003)

การคำนวณการไหล  $F_c$  เป็นการทำนายอัตราการไหลของคนที่กำลังผ่านจุด ๆ หนึ่งบนเส้นทางออก  
สมการสำหรับการไหลจริงคือ

$$F_c = F_s W_e \quad (4)$$

โดยที่

$F_c$  คือการไหลที่คำนวณได้ มีหน่วยเป็นคนที่ต่อตารางฟุต (คนต่อวินาทีต่อตารางเมตร)

$F_s$  คือ การไหลจำเพาะ มีหน่วยเป็นคนที่ต่อตารางฟุต (คนต่อวินาทีต่อตารางเมตร)

$W_e$  คือ ความกว้างสุทธิ มีหน่วยเป็นเมตร

เมื่อแทนสมการ (1) ในสมการ (2) จะได้

$$F_c = (1 - aD)kDW_e \quad (5)$$

เวลาที่ใช้ในการผ่านทง,  $T_p$  คือ เวลาสำหรับกลุ่มของคนที่จะผ่านเส้นทางออก สามารถ  
หาได้จาก

$$T_p = P/F_c \quad (6)$$

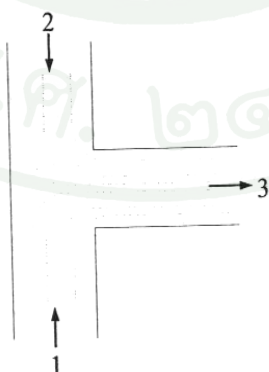
โดยที่  $T_p$  มีหน่วยเป็นนาทีก่อน เมื่อ  $F_c$  มีหน่วย คนต่อนาทีก่อน และมีหน่วยเป็นวินาที เมื่อ  $F_c$  มีหน่วย คนต่อวินาที

เมื่อแทนค่า  $F_c$  ในสมการที่ (5) ลงในสมการที่ (6) จะได้

$$T_p = P/(1 - aD)kDW_c \quad (7)$$

การเปลี่ยน คือ รูปแบบหรือขนาดและทิศทางของเส้นทางเปลี่ยน หรือเส้นทางมารวมกัน ณ จุดใดบริเวณทางออก ตัวอย่างของจุดเปลี่ยนที่พบได้ทั่วไป มีดังต่อไปนี้

1. จุดที่มีทางสองทางหรือมีการไหลมารวมกัน เช่น การพบกันของการไหลจากทางเดินระหว่างที่นั่งย่อยไปสู่ทางเดินระหว่างที่นั่งหลักโดยไปรวมกับกลุ่มอื่น ๆ ดังภาพที่ 8 หรือรวมทั้งกรณีทางเข้าสู่บันไดซึ่งมีการมาพบกันของคนในชั้นอื่น ๆ
2. จุดที่โถงทางเดินเข้าสู่บันได มี 2 แบบ คือ การไหลออกเพื่อผ่านประตูออกสู่ภายนอก หรือการไหลออกสู่ประตูออกแต่ยังคงต่อเนื่องไปยังบันไดอีก
3. จุดที่เส้นทางออกหนึ่ง ๆ จะกลายเป็นทางกว้างขึ้นหรือทางแคบลง เช่น โถงทางเดินแคบลงเพราะมีการกั้นพื้นที่รูกำลังเข้ามาในเส้นทาง ทำให้การคำนวณความหนาแน่นและการไหลจำเพาะ  $F_s$  , แตกต่างกันทั้งก่อนเข้า, ขณะผ่านและหลังจากผ่านจุดที่มีการรูกำลังดังภาพที่ 9



ภาพที่ 8 ทางออกใช้ร่วมกัน

ที่มา: Fahy (2003)



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนรูปแบบของทางออก

ที่มา: Fahy (2003)

กฎต่อไปนี้สามารถใช้ประยุกต์ในการกำหนดความหนาแน่นและอัตราการไหลของการเคลื่อนผ่านจุดเปลี่ยน

1. การไหลหลังจุดเปลี่ยนเป็นฟังก์ชันของการไหลของการเข้าจุดเปลี่ยน
2. การไหลที่ได้จากการคำนวณ  $F_c$  ณ จุดเปลี่ยน การไหลที่ได้จากการคำนวณจะต้องไม่มากกว่าการไหลจำเพาะสูงสุด  $F_{sm}$
3. ภายใต้ข้อจำกัดของกฎข้อ 2 การไหลจำเพาะ  $F_s$  ของเส้นทางการไหลที่ออกจากจุดเปลี่ยนสามารถแสดงได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้

3.1 กรณีการไหลเข้าสู่จุดเปลี่ยนหนึ่งเส้นทางและไหลออกจากจุดเปลี่ยนหนึ่งเส้นทางสามารถอธิบายได้ด้วยสมการดังนี้

$$F_{s(out)} = F_{s(in)} W_{e(in)} / W_{e(out)} \quad (8ก)$$

โดยที่

$F_{s(out)}$  คือ ค่าการไหลจำเพาะที่ไหลออกจุดเปลี่ยน

$F_{s(in)}$  คือ ค่าการไหลจำเพาะที่ไหลเข้าจุดเปลี่ยน

$W_{e(in)}$  คือ ความกว้างสุทธิก่อนถึงจุดเปลี่ยน

$W_{e(out)}$  คือ ความกว้างสุทธิหลังจากผ่านจุดเปลี่ยน

3.2 กรณีการไหลเข้าสู่จุดเปลี่ยนสองเส้นทางและไหลออกจากจุดเปลี่ยนหนึ่งเส้นทาง เช่น การอพยพลงบันไดของชั้นต่าง ๆ ที่เข้าสู่บันไดพร้อม ๆ กันและไหลออกที่พื้นชั้นล่าง ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยสมการดังนี้

$$F_{s(out)} = \{ [F_{s(in-1)} W_{e(in-1)}] + [F_{s(in-2)} W_{e(in-2)}] \} / W_{e(out)} \quad (8ข)$$

โดยที่ สัญลักษณ์ห้องท้าย (in-1) และ (in-2) แสดง เส้นทาง การไหลเข้าเส้นทางที่ 1 และ 2

3.3 กรณีการไหลที่มาจากการรวมกันของหลายเส้นทางเพื่อเข้าสู่จุดเปลี่ยนและหลังจากออกจากจุดเปลี่ยนก็แตกเป็นหลายเส้นทางสามารถอธิบายได้ด้วยสมการดังนี้

$$[F_{s(in-1)} W_{e(in-1)}] + \dots + [F_{s(in-n)} W_{e(in-n)}] = [F_{s(out-1)} W_{e(out-1)}] + \dots + [F_{s(out-n)} W_{e(out-n)}] \quad (8ค)$$

โดยที่ สัญลักษณ์ห้องท้าย (in - n) และ (in - n) แสดง เส้นทาง การไหลเข้าจุดเปลี่ยนเส้นทางที่ n และ สัญลักษณ์ห้องท้าย (out - n) และ (out - n) แสดง เส้นทาง การไหลออกจากจุดเปลี่ยนเส้นทางที่ n

4. โดยที่การหาการไหลจำเพาะ  $F_s$  สำหรับเส้นทางที่ออกจากจุดเปลี่ยนโดยใช้กฎข้อที่ 3 จะพบว่า ถ้าคำนวณได้มากกว่าการไหลจำเพาะสูงสุด  $F_{sm}$ , ก็จะเกิดการรอขึ้น ซึ่งจำนวนคนที่รอจะเพิ่มมากขึ้นในอัตราที่เท่ากับการไหลที่ได้จากการคำนวณ  $F_s$ , ก่อนเข้าสู่จุดเปลี่ยนแปลงลงด้วยการไหลที่ได้จากการคำนวณ  $F_s$ , ส่วนที่ผ่านจุดเปลี่ยนแปลง

5. โดยการหาการไหลจำเพาะที่ทางออก  $F_{s(out)}$ , ถ้าพบว่าค่าการไหลจำเพาะที่ทางออกมีค่าน้อยกว่าการไหลที่เจาะจงสูงสุด  $F_{sm}$ , เส้นทางนั้นจะไม่มีวิธีคำนวณหาการรวมกันของเส้นทาง

#### ระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ

ระบบนี้สามารถใช้ได้กับบันไดที่อยู่ทั้งภายในและภายนอกอาคาร หลักการก็คือ “พัดลมอัดอากาศจะถูกติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ไม่สามารถดูดควันกลับเข้ามาในอาคารได้ อากาศภายนอกที่พัดลมดูดเข้ามามจะถูกอัดเข้าภายในบันไดโดยตรง (ภาพที่ 10) หรือ โดยการอัดเข้าปล่องอัดอากาศก่อนแล้วค่อยระบายสู่บันได (ภาพที่ 11) ก็ได้ หลังจากนั้นอากาศจากบันไดจะไหลออกสู่ตัวอาคารผ่าน

ทางช่องว่างรอบวบกดประตูในกรณีที่ประตูปิดอยู่ และไหลออกสู่ตัวอาคารหรือภายนอกอาคารในกรณีที่ประตูเปิดอยู่ ตามลำดับ



ภาพที่ 10 Single-Point Injection

ที่มา: NFPA92A (2003)



ภาพที่ 11 Multiple-Point Injection

ที่มา: NFPA92A (2003)

ความแตกต่างของระบบตามภาพที่ 10 และ 11 อยู่ที่วิธีการนำอากาศภายนอกเข้าสู่บันได ระบบที่นิยมนำมาใช้กันมากสำหรับอาคารที่สร้างใหม่คือระบบ Multi-Point Injection เนื่องจากสามารถควบคุมความดันตลอดความสูงของบันไดได้ดีกว่าระบบ Single-Point Injection อย่างไรก็ตามระบบ Single-Point Injection ก็มีใช้กันอยู่ในอาคารที่ไม่สูงมากหรือในอาคารเก่าที่ต้องการเพิ่มให้มีระบบอัดอากาศแต่ไม่สามารถทำปล่องอัดอากาศได้

ระบบอัดอากาศจะใช้งานได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณอากาศที่อัดเข้าบันได การควบคุมแรงอัดอากาศขณะประตูเปิดและปิด , ตำแหน่งที่ตั้งพัดลมอัดอากาศ , ขนาดช่องระบายอากาศที่มีขนาดเหมาะสม ในเรื่องของความดันบันไดนั้นกฎกระทรวงมหาดไทยระบุแต่เพียงความดันต่ำสุดที่ต้องรักษาไว้ ไม่มีการพูดถึงความดันสูงสุดซึ่งมีความสำคัญเช่นกัน ตามมาตรฐาน NFPA92A แนะนำว่าจะต้องควบคุมความดันภายในบันไดไว้ให้ได้ไม่ว่าบันไดนั้นจะเปิดหรือปิด เพราะในขณะที่บันไดปิดอยู่และไม่มีการควบคุมความดัน จะทำให้ความดันภายในบันไดสูงขึ้นจนทำให้ไม่สามารถออกแรงเปิดประตูได้ และในทางกลับกันเมื่อประตูถูกเปิดออก ความดันภายในบันไดจะลดลงเป็นอย่างมาก ซึ่งหากไม่มีการควบคุมความดันแล้วอาจทำให้ควันที่ร้อนและมีความดันสูงกว่าความดันของบันไดขณะนั้นๆ ไหลย้อนกลับเข้าสู่บันไดได้อีก ตารางที่ 9 และ 10 เป็นคำแนะนำที่ได้จากมาตรฐาน NFPA92A

ตารางที่ 9 คำนวณความดันบันไดสูงสุด (in.wg.)

| แรงปิดประตู<br>(ปอนด์) | ความกว้างของประตู (นิ้ว) |      |      |      |      |
|------------------------|--------------------------|------|------|------|------|
|                        | 32                       | 36   | 40   | 44   | 46   |
| 6                      | 0.45                     | 0.40 | 0.37 | 0.34 | 0.31 |
| 8                      | 0.41                     | 0.37 | 0.34 | 0.31 | 0.28 |
| 10                     | 0.37                     | 0.34 | 0.30 | 0.28 | 0.26 |
| 12                     | 0.34                     | 0.30 | 0.27 | 0.25 | 0.23 |
| 14                     | 0.30                     | 0.27 | 0.24 | 0.22 | 0.21 |

ตารางที่ 10 คำนวณความดันบันไดต่ำสุด (in.wg.)

| ประเภทอาคาร         | ความสูงของเพดาน<br>(ฟุต) | ความดันของบันได<br>(in.wg.) |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------|
| มีระบบ Sprinkler    | ทุกความสูง               | 0.05                        |
| ไม่มีระบบ Sprinkler | 9                        | 0.10                        |
| ไม่มีระบบ Sprinkler | 15                       | 0.14                        |
| ไม่มีระบบ Sprinkler | 21                       | 0.18                        |

ปริมาณอากาศที่อัดเข้าบันไดขณะประตูปิด การเข้าใจเกี่ยวกับความดันที่เกิดขึ้นภายในอาคารจะทำให้เห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้น ในการวิเคราะห์เรื่องของการไหลของอากาศภายในบันไดหนีไฟที่ปิดอยู่นั้นโดยปกติเมื่อบันไดยังปิดอยู่การไหลของอากาศในแนวดิ่งมีค่าน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิดได้ ดังนั้นการไหลของอากาศที่เกิดขึ้นจะเป็นอากาศที่ถูกอัดให้รั่วผ่านช่องว่างที่มีอยู่รอบๆ บันได เช่น ช่องว่างที่วงกบประตู เป็นต้น และเมื่อไม่นำการไหลของอากาศในแนวดิ่งมาคิดแล้วผลต่างความดันบันไดกับภายนอกจะมีความสัมพันธ์กับความสูงของบันไดดังนี้

$$\Delta P_{soy} = \Delta P_{sob} + bY$$

$$b = 7.64 (1/T_o - 1/T_s) \quad (9)$$

$\Delta P_{soy}$  = ผลต่างความดันบันไดกับภายนอกที่ความสูง Y ; in.WG

$\Delta P_{sob}$  = ผลต่างความดันบันไดกับภายนอกที่จุดต่ำสุดของบันได ; in.WG

b = ตัวประกอบอุณหภูมิ ; in.WG/ft

$Y$  = ระดับความสูง  $Y$  วัดจากจุดต่ำสุดของบันได ; ft

$T_o$  = อุณหภูมิอากาศภายนอกสัมบูรณ์ ; °R

$T_s$  = อุณหภูมิอากาศในบันไดสัมบูรณ์ ; °R

ในการไหลของอากาศจากบันไดเข้าสู่อาคารและทะลุผ่านผนังด้านนอกนั้น พื้นที่ที่อากาศไหลผ่านทั้งหมดจะถูกเรียกว่าพื้นที่การไหลหวังผล (Effective Floe Area) ซึ่งหาได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$A_{SBOe} = A_{SB}A_{BO}/(A_{SB}^2 + A_{BO}^2)^{1/2} \quad (10)$$

$A_{SBOe}$  = พื้นที่การไหลหวังผลระหว่างบันไดกับภายนอก ; ft<sup>2</sup>

$A_{SB}$  = พื้นที่การไหลระหว่างบันไดกับอาคาร ; ft<sup>2</sup>

$A_{BO}$  = พื้นที่การไหลระหว่างอาคารกับภายนอก ; ft<sup>2</sup>

เช่นเดียวกันผลต่างความดันบันไดกับอาคารจะมีความสัมพันธ์กับความสูงของบันได และมีความสัมพันธ์กับผลต่างความดันบันไดกับภายนอกดังนี้

$$\Delta P_{SBY} = \Delta P_{SBb} + bY/\{1 + (A_{SB}/A_{BO})^2\} \quad (11)$$

$$\Delta P_{SB} = \Delta P_{SO}/\{1 + (A_{SB}/A_{BO})^2\} \quad (12)$$

$\Delta P_{SBY}$  = ผลต่างความดันบันไดกับอาคารที่ความสูง  $Y$  ; in.WG

$\Delta P_{SBb}$  = ผลต่างความดันบันไดกับอาคารที่จุดต่ำสุดของบันได ; in.WG

$\Delta P_{SB}$  = ผลต่างความดันบันไดกับอาคาร ; in.WG

$\Delta P_{SO}$  = ผลต่างความดันบันไดกับภายนอก ; in.WG

ในกรณีของการอัดอากาศเข้าสู่บันไดปิด ปริมาณอากาศทั้งหมดที่ไหลจากบันไดผ่านเข้าสู่อาคารทะลุผนังด้านนอก ( $Q_{SBO}$ ) สามารถคำนวณได้จาก

$$Q_{SBO} = 2^{3/2} NCA_{SBOe} (\Delta P_{Sot}^{3/2} - \Delta P_{Sob}^{3/2}) / \{3 \rho^{1/2} (\Delta P_{Sot} - \Delta P_{Sob})\} \quad (13)$$

$N$  = จำนวนชั้นของบันได

$C$  = ค่าคงที่

$\Delta P_{Sot}$  = ผลต่างความดันบันไดกับภายนอกที่จุดสูงสุดของบันได ; in.WG

$$\begin{aligned}\Delta P_{Sob} &= \text{ผลต่างความดันบันไดกับภายนอกที่จุดต่ำสุดของบันได ; in.WG} \\ \rho &= \text{ความหนาแน่นของอากาศ ; lb/ft}^3\end{aligned}$$

เนื่องจาก  $\Delta P_{SB}$  กับ  $\Delta P_{SO}$  มีความสัมพันธ์กันตามสมการที่ (7) ดังนั้นสมการที่ (8) สามารถเขียนได้ในเทอมของผลต่างความดันบันไดกับอาคารโดยแทนค่า  $C = 0.65$  จะได้ดังนี้

$$Q_{SB} = 475 N A_{SB} (\Delta P_{SBt}^{3/2} - \Delta P_{SBb}^{3/2}) / \{ \rho^{1/2} (\Delta P_{SBt} - \Delta P_{SBb}) \} \quad (14)$$

$$\begin{aligned}Q_{SB} &= \text{ปริมาณอากาศที่ไหลจากบันไดสู่อาคาร ; cfm} \\ N &= \text{จำนวนชั้นของบันได} \\ A_{SB} &= \text{พื้นที่การไหลระหว่างบันไดกับอาคาร (ประตูปิด) ; ft}^2 \\ \Delta P_{SBt} &= \text{ผลต่างความดันบันไดกับอาคารที่จุดสูงสุดของบันได (ประตูปิด) ; in.WG} \\ \Delta P_{SBb} &= \text{ผลต่างความดันบันไดกับอาคารที่จุดต่ำสุดของบันได (ประตูปิด) ; in.WG} \\ \rho &= \text{ความหนาแน่นของอากาศ ; lb/ft}^3\end{aligned}$$

จากสมมติฐานไว้ข้างต้นที่ว่าไม่มีอากาศไหลแนวตั้งเกิดขึ้นภายในอาคาร ดังนั้น  $Q_{SB} = Q_{SBO}$  อากาศจำนวนนี้จะเป็นอากาศที่อัดเข้าสู่บันไดหนีไฟในปริมาณที่จำเป็นเพื่อที่จะรักษาผลต่างความดัน  $\Delta P_{SBb}$  ที่จุดต่ำสุดและ  $\Delta P_{SBt}$  ที่จุดสูงสุดของบันไดขณะที่ประตูปิดตามลำดับ

$$H_m = K_m (\Delta P_{Max} + \Delta P_{min}) / |1/T_O - 1/T_B| \quad (15)$$

$$\begin{aligned}H_m &= \text{ความสูงจำกัดของระบบอัดอากาศ ; ฟุต} \\ &\quad (\text{ระบบอัดอากาศจะสร้างความดันที่เพียงพอถ้า } H_m \text{ มากกว่าความสูงบันได}) \\ \Delta P_{Max} &= \text{ผลต่างความดันบันไดกับอาคารสูงสุดของที่ยอมได้ ; in.WG} \\ \Delta P_{min} &= \text{ผลต่างความดันบันไดกับอาคารต่ำสุดของที่ยอมได้ ; in.WG} \\ K_m &= \text{ค่าคงที่ ; 0.131} \\ T_O &= \text{อุณหภูมิอากาศภายนอกสัมบูรณ์ ; } ^\circ\text{R} \\ T_B &= \text{อุณหภูมิอากาศในบันไดสัมบูรณ์ ; } ^\circ\text{R}\end{aligned}$$

สำหรับเมืองไทยอุณหภูมิภายนอก  $95^\circ\text{F}$  ( $555^\circ\text{R}$ ) และอุณหภูมิภายในอาคารปรับอากาศ  $76^\circ\text{F}$  ( $536^\circ\text{R}$ ) และถ้าต้องการควบคุมความดันต่ำสุดและสูงสุดที่ 0.15 และ 0.40 in.WG ตามลำดับนั้น จะพบว่าได้ค่าความสูงจำกัด 513 ฟุต (155 เมตร) เทียบเท่าอาคารสูงประมาณ 40 – 45 ชั้น

ตามลำดับ สำหรับเมืองร้อนเรื่องความสูงจำกัดนี้คงไม่มีปัญหามากนักในเรื่องของการรักษาผลต่าง ความดัน แต่ในเมืองหนาวที่อุณหภูมิภายนอกต่ำมากๆ จะเกิดปัญหานี้

ระบบอัดอากาศในบันไดขณะประตูเปิด เป็นเรื่องของระบบอัดอากาศในบันไดที่ประตูปิด ในความเป็นจริงแล้วขณะเกิดเพลิงไหม้ประตูของบันไดหนีไฟจะถูกเปิดเพื่อใช้หนีไฟ จำนวนการเปิดจะ มากหรือน้อยขึ้นกับจำนวนคนที่อยู่ในอาคาร มีประตู 2 จุดที่จะต้องนำมาพิจารณา คือ ประตูหนีไฟที่ รับคนจากอาคารเข้าสู่บันไดและประตูหนีไฟที่ระบายคนจากบันไดสู่ภายนอก ประตูส่วนแรกที่ เปิดรับคนที่อยู่ภายในอาคารจะทำให้อากาศที่อัดโดยพัดลมอัดอากาศไหลออกทางประตูปริมาณหนึ่ง เข้าสู่ในอาคารและหาทางเพื่อออกจากอาคารสู่ภายนอกให้ได้ อากาศจำนวนนี้จะทำให้ผลต่างความ ดันที่ประตูลดลง อย่างไรก็ตามถ้าประตูที่เปิดระบายคนออกสู่ภายนอกถูกเปิด ปริมาณอากาศที่ไหล ออกทางประตูนี้จะมากกว่าอากาศที่ไหลผ่านประตูภายในอาคาร เนื่องจากอากาศที่ไหลภายใน อาคารจะมีความต้านทานการไหลมากกว่าเพราะต้องผ่านรอยแยกต่างๆ ก่อนที่จะออกสู่ภายนอก เปรียบเทียบกับประตูที่เปิดออกสู่ภายนอกการไหลของอากาศจะไม่มี ความต้านทานใดๆ ทั้งสิ้น

สมการที่ (13) และ (14) ใช้ได้เมื่อพื้นที่การไหลหวังผลระหว่างบันไดกับอาคารมีค่า เหมือนๆกันในแต่ละชั้น เมื่อประตูบางชั้นเปิดและบางชั้นปิดพื้นที่การไหลจะแปรเปลี่ยนไปในแต่ละ ชั้น สมการที่ (13) และ (14) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในแต่ละส่วนที่เปิดหรือปิดตลอดความ สูงของบันไดโดยที่ค่าของ  $A_{SB}$  และ  $A_{BO}$  ในแต่ละส่วนที่เปิดหรือปิดมีค่าเดียวกันในแต่ละชั้น เมื่อ แทนค่า  $C = 0.65$  และความหนาแน่นของอากาศด้วย  $0.075$  ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุตแล้วสมการที่ (13) และ (14) สามารถเขียนอยู่ในรูปทั่วไปได้ดังนี้

$$Q = GNA_c \quad (16)$$

- Q = ปริมาณอากาศที่ไหลออกจาก Section ของบันไดที่กำลังพิจารณา ; cfm  
 N = จำนวนชั้นใน Section ของบันไดที่กำลังพิจารณา  
 $A_c$  = พื้นที่การไหลหวังผลใน Section ของบันไดที่กำลังพิจารณาจากบันไดต่อชั้น ; ft<sup>2</sup>  
 G = ตัวประกอบความเร็วของอากาศ ; fpm

$$G = K_g (\Delta P_t^{3/2} - \Delta P_b^{3/2}) / (\Delta P_t - \Delta P_b) \quad (17)$$

- $\Delta P_t$  = ผลต่างความดันบันไดที่จุดสูงสุดของ Section ที่กำลังพิจารณา ; in.WG  
 $\Delta P_b$  = ผลต่างความดันบันไดที่จุดต่ำสุดของ Section ที่กำลังพิจารณา ; in.WG  
 $K_g$  = ค่าคงที่ ; 1740

สมการที่ (15) และ (16) สามารถใช้คำนวณหาได้ทั้ง  $Q_{SB}$  และ  $Q_{SO}$  โดยใช้ค่าความดันที่สอดคล้องกัน เช่น เมื่อต้องการหา  $Q_{SB}$  ค่าพื้นที่การไหลหวังผลและผลต่างความดันจะต้องเป็นค่าที่เกิดขึ้นระหว่างบันไดกับอาคาร และเมื่อต้องการหา  $Q_{SO}$  ค่าพื้นที่การไหลหวังผลและผลต่างความดันก็เป็นค่าที่เกิดขึ้นระหว่างบันไดกับภายนอก

สำหรับปริมาณการไหลของอากาศออกสู่ภายนอกโดยตรงจะมีการคิดที่แตกต่างออกไปจากบันไดสู่อาคาร การไหลผ่านประตู, ช่องระบายอากาศหรือช่องเปิดขนาดใหญ่ออกสู่ภายนอกคำนวณได้ดังนี้

$$Q_{SO} = 1.414K_oCA_{SO}(\Delta P_{SO} / \rho)^{1/2}$$

$Q_{SO}$  = ปริมาณการไหลของอากาศออกสู่ภายนอก ; cfm

$C$  = ค่าคงที่ ; 0.65

$A_{SO}$  = พื้นที่การไหลระหว่างบันไดกับภายนอก ; ft<sup>2</sup>

$\Delta P_{SO}$  = ผลต่างความดันบันไดกับภายนอก ; in.WG

$\rho$  = ความหนาแน่นของอากาศ ; lb/ft<sup>3</sup>

$K_o$  = ค่าคงที่ ; 776

ผลต่างความดันที่เกิดขึ้นบนช่องเปิดจะไม่คงที่ตลอดความสูงของช่องเปิด ดังนั้นผลต่างความดันบันไดกับภายนอกควรใช้ค่าที่เกิดขึ้นตรงกลางของความสูงของช่องเปิด เมื่อรวมปริมาณอากาศจากการที่ประตูปิด, ประตูเปิดภายในและประตูเปิดภายนอกจะเป็นปริมาณอากาศรวมสำหรับบันไดนั้นๆ

การหาขนาดช่องระบายอากาศที่ปล่อยจากปล่องอัดอากาศเข้าสู่บันไดสามารถหาได้จากการแบ่งปริมาณอากาศออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นปริมาณอากาศที่ออกจากปล่องอัดอากาศเข้าสู่บันได และส่วนที่สองเป็นปริมาณอากาศที่ออกจากปล่องอัดอากาศสู่ภายนอกอาคารโดยตรง สำหรับระยะห่างของช่องระบายอากาศส่วนที่หนึ่งนั้นไม่ควรมากกว่า 3 ชั้นเพื่อให้ความดันภายในบันไดสม่ำเสมอเพียงพอ

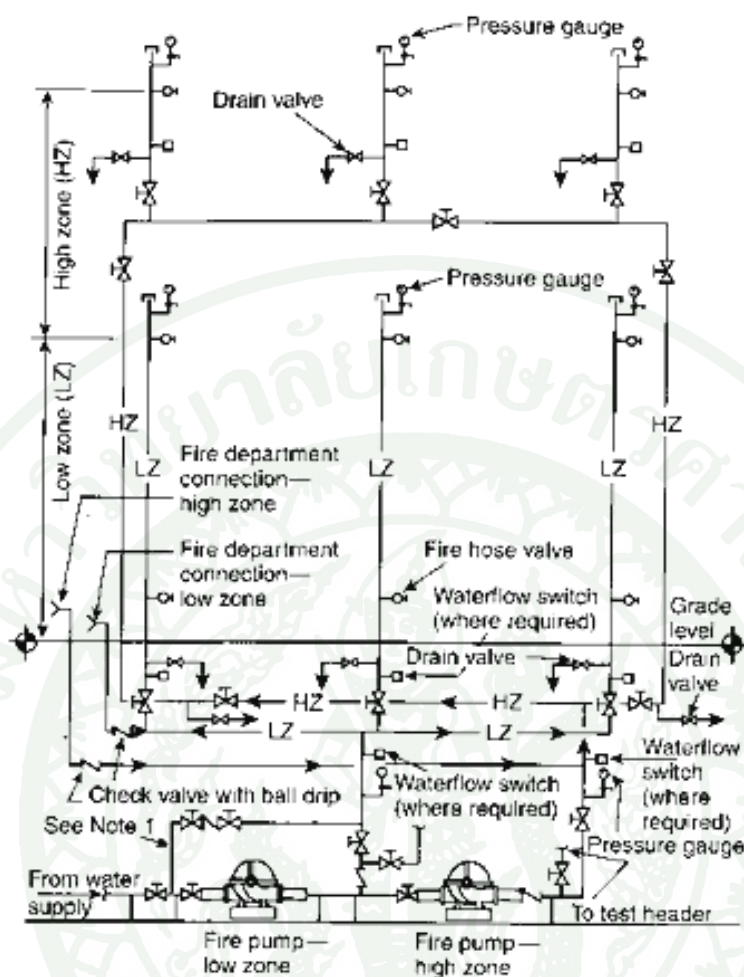
### เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump)

เครื่องสูบน้ำคือ อุปกรณ์ที่ช่วยส่งผ่านพลังงาน จากแหล่งต้นกำเนิดไปยังของเหลว ก๊าซ หรือของเหลวที่มีของแข็งเป็นส่วนประกอบ (Slurries) เพื่อให้ของเหลวเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่อยู่สูง กว่าหรือ ในระยะทางที่ไกลออกไป โดยการเพิ่มพลังงานเข้าไปในระบบ ซึ่งในช่วงเริ่มแรกมีการใช้พลังงานที่ได้จากมนุษย์ สัตว์ ต่อมาจึงได้ใช้พลังงานจากธรรมชาติ เช่น พลังงานจากลมและน้ำเป็นแหล่งต้นกำเนิด ซึ่งในช่วงแรกเพียงเพื่อการอุปโภคบริโภคและทำการเกษตรเท่านั้น

เครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องมีความสามารถในการสูบน้ำที่กำหนดเป็น ลิตรต่อนาที (แกลลอนต่อนาที) ด้วยแรงดันสุทธิเท่ากับ 276 กิโลปาสกาล (40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือมากกว่า เครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่มีปริมาณการส่งน้ำมากกว่า 18,925 ลิตรต่อนาที (5000 แกลลอนต่อนาที) ควรจะได้รับการพิจารณาเป็นรายๆ

#### ตารางที่ 11 ขนาดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

| ลิตรต่อนาที<br>(แกลลอนต่อนาที) | ลิตรต่อนาที<br>(แกลลอนต่อนาที) | ลิตรต่อนาที<br>(แกลลอนต่อนาที) |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 95(25)                         | 1514(400)                      | 7570(2000)                     |
| 189(50)                        | 1703(450)                      | 9462(2500)                     |
| 379(100)                       | 1892(500)                      | 11355(3000)                    |
| 568(150)                       | 2839(750)                      | 13247(3500)                    |
| 757(200)                       | 3785(1000)                     | 15140(4000)                    |
| 946(250)                       | 4731(1250)                     | 17032(4500)                    |
| 1136(300)                      | 5677(1500)                     | 18925(5000)                    |



ภาพที่ 12 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ที่มา: NFPA 20 (2003)

1. ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ในระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

1. เครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน (Jockey Pump)
2. เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump)
3. ตัวควบคุมเครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน (Jockey Pump Controller)
4. ตัวควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump Controller)
5. Pressure Relief Valve

การทำงานของระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ขึ้นอยู่กับความต้องการน้ำภายในเส้นท่อดับเพลิง วิศวกรผู้ออกแบบ จะเป็นผู้กำหนดระดับของความดันที่สถานะต่างๆ ในการเริ่ม และหยุดการทำงานของระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง โดยปกติ จะมีอยู่ 3 ระดับ ในกรณีเป็นเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ใช้ต้นกำลังแบบ เครื่องยนต์ดีเซล และมี 4 ระดับ ในกรณีเป็นเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ใช้ต้นกำลังแบบ มอเตอร์ไฟฟ้า การตั้งค่าคู่มือหัวข้อ “การตั้งค่า Pressure Switch ของ Fire Pump และ Jockey Pump”

การดูแลและทดสอบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump) ควรกระทำโดยผู้ตรวจสอบบุคคลที่สาม (third-party agency) ของ UL หรือ FM Global ส่วนมาตรฐานในการติดตั้งที่เป็นที่ยอมรับคือ NFPA ย่อ มาจาก National Fire Protection Association (NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Fire Pumps for Fire Protection)



ภาพที่ 13 ต้นกำลังเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ที่มา: NFPA (2003)

เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump) มีต้นกำลังหลายแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine) หรือบางโอกาสอาจพบ แบบกังหันไอน้ำ (Steam Turbine)



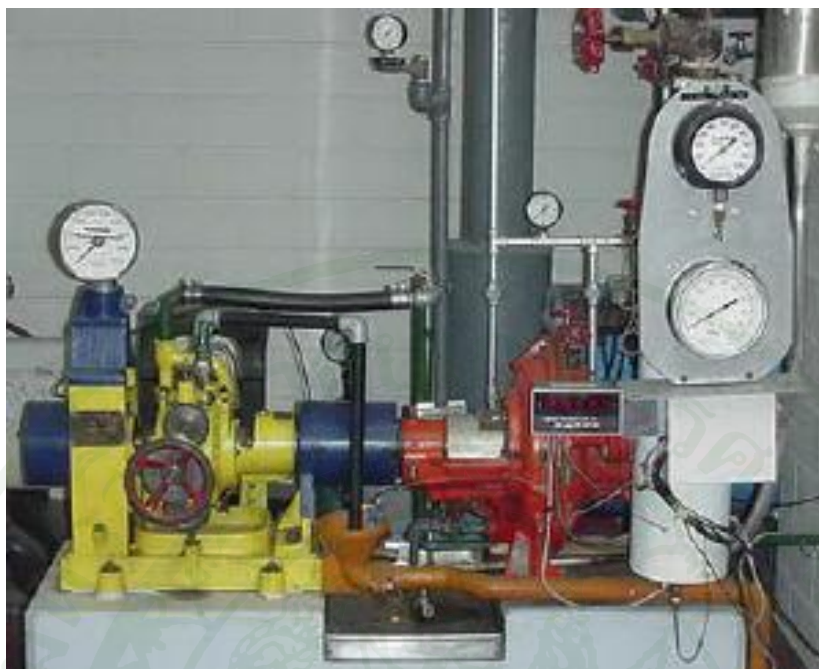
ภาพที่ 14 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor Fire Pump)

ที่มา: NFPA (2003)



ภาพที่ 15 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบดีเซล (Diesel Engine Fire Pump)

ที่มา: NFPA (2003)



ภาพที่ 16 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบกังหันไอน้ำ (Stream Turbine Fire Pump)

ที่มา: NFPA (2003)

## 2. การตั้งค่า Pressure Switch ของ Fire Pump และ Jockey Pump

Pressure Switch คืออุปกรณ์ควบคุมที่ติดตั้งอยู่ในตู้ ควบคุม Controller ของ Fire Pump และ Jockey Pump มีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของ Pump ดังกล่าว เมื่อความดันของน้ำในท่อน้ำดับเพลิงลดลงต่ำผิดปกติจาก Set point ที่ตั้งไว้เล็กน้อยแผงควบคุมจะสั่งงานให้ Jockey Pump ทำงานเพื่อเพิ่มแรงดันเข้าสู่ระบบ แต่ถ้าความดันลดลงอย่างมาก ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นจาก มีการใช้งานน้ำจากหัวดับเพลิง มีหัวสปริงเกอร์แตก ทำให้ความดันตกอย่างมากแผงควบคุม จะสั่งงานให้ Fire Pump ทำงาน ดังนั้น การตั้งค่า Pressure Switch จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรจะต้องเรียนเพื่อให้ระบบป้องกันอัคคีภัยทำงานได้ ตามวัตถุประสงค์ สิ่งที่เราควรเรียนรู้มีดังนี้



ภาพที่ 17 ตู้ควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump Controller)

ที่มา: NFPA (2003)

### 3. การทำงานของ Fire Pump และ Jockey Pump เป็นดังนี้

3.1 เครื่องสูบน้ำรักษาระดับแรงดัน (Jockey Pump) จะเริ่มทำงานก่อน

3.2 เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump) จะทำงานต่อถ้า เครื่องสูบน้ำรักษาระดับแรงดัน (Jockey Pump) ทำงานแล้วยังไม่สามารถเพิ่มแรงดันในระบบได้

3.3 ให้ใส่ Orifice Check Valve ที่ท่อ น้ำดับเพลิงก่อนต่อเข้า Pressure Switch จำนวน 2 ตัว และมีระยะลมกันอย่างน้อย 1.5 เมตร (Orifice Check Valve คือ Check Valve แบบ Swing Check Valve ที่ติดกลับข้าง (ให้ Flow Direction หันทิศจาก Flow Switch ไปทาง Header ของท่อประธาน) และให้เจาะรูที่ Valve Disc ขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/32 นิ้ว

3.4 หลักการตั้ง Pressure Switch ของ Fire Pump และ Jockey Pump มีดังนี้

### 3.4.1 Jockey Pump

3.4.1.1 จุด Stop เท่ากับ Churn Pressure ของ Fire Pump บวก Minimum Static Pressure ของ Water Supply ที่จ่ายให้ Pump

3.4.1.2 จุด Start เท่ากับ จุด Stop ลบ 10 PSI

3.4.1.3 การตั้งจุด Stop และจุด Start สำหรับ Jockey Pump ให้ตั้งตามข้อ 3.1 และ 3.2 ทุกชุด ไม่ว่าจะมี Jockey Pump มากกว่า 1 ตัวก็ตาม

### 3.4.2 Fire Pump

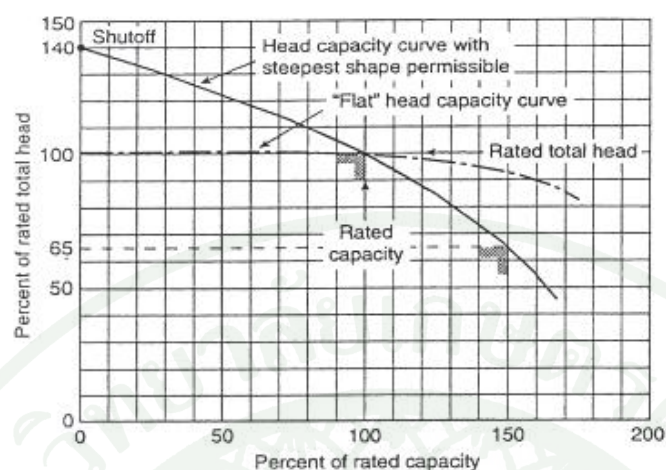
3.4.2.1 จุด Start ของ Fire Pump ชุดแรก เท่ากับ จุด Start ของ Jockey Pump ลบ 5 PSI จุด Start ชุดต่อไปให้ตั้งลดลงทุกๆ 10 PSI ตลอด

3.4.2.2 การ Stop ของ Fire Pump ให้ใช้วิธี Manual Stop ทุกตัว แต่ควรตั้งจุด Stop เท่ากับ Churn Pressure บวก Maximum Static Pressure ของ Water Supply

3.4.2.3 การนับจำนวน Fire Pump ให้นับจาก Electric Fire Pump ก่อนเสมอ

### การกำหนดค่าตำแหน่งบนกราฟ

ค่า Churn Pressure คือค่า Pressure สูงสุดของ Fire Pump ที่ Flow เท่ากับ 0 GPM (No Flow) (ให้ดูจาก Performance Curve ของ Fire Pump) ค่า Minimum Static Pressure และ Maximum Static Pressure ของ Water Supply ให้กำหนดเท่ากับ 0 SPI ในกรณีที่ Water Storage Tank อยู่ต่ำกว่าหรือระดับเดียวกับระดับ Fire Pump แต่หาก Water Storage Tank อยู่สูงกว่ามาก ต้องคิดค่า Static Pressure ในการตั้ง Pressure Setting ด้วย จาก Pump characteristics curves ของ Fire Pump



ภาพที่ 18 เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำที่เลือกใช้จะต้องเป็นเครื่องสูบน้ำที่มีคุณภาพดี สร้างและประกอบจากวัสดุที่มีคุณภาพสูง มีความคงทน ได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการทางด้านวิศวกรรม สำหรับใช้เป็นเครื่องสูบน้ำดับเพลิง เครื่องสูบน้ำจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันน้ำจากโรงงานผู้ผลิตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที แรงดันทดสอบจะต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า ของผลรวมของแรงดันสูงสุดด้านส่งกับแรงดันด้านดูด แต่จะต้องไม่เกิน 1,723 กิโลปาสกาล (250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

การทดสอบการทำงานของ Fire Pump ทั้งแบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า และเครื่องยนต์ดีเซล ต้องทดสอบความดันอย่างน้อยที่ Flow 3 จุด คือ Churn Pressure ที่ 0% Rated, Flow Pressure ที่ 100% Rated Flow และ Pressure ที่ 150% Rated Flow จากนั้นนำค่า Pressure - Flow rate ไป Plot Curve และเปรียบเทียบกับ Curve ที่โรงงานผู้ผลิต Fire Pump ส่งให้ตอนขออนุมัติวัสดุโดยค่า Pressure ที่วัดได้จริงต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 95% ของค่า Pressure ที่ได้จาก Curve ของโรงงานผู้ผลิต หาก Churn Pressure ที่วัดได้มีค่าเกิน 175 PSI ต้องติดตั้ง Pressure Relief Valve ที่ Fire Pump แต่ละตัวด้วย

1. Diesel Fire Pump (FP- 01, FP- 02) 1,000 GPM, 125 PSI
2. Electric Fire Pump (FP- 03, FP- 04) 1,000 GPM, 125 PSI
3. Jockey Pump (JP- 01, JP- 02)

### การทดสอบ Fire Pump ที่ max flow (150% rated capacity)

ระบบ Fire pump จะมี Flow meter ติดมาด้วย และเราจะต้องติดวาล์วก่อนถึง Flow Meter ในระยะ 5D ของขนาดท่อ และเราจะติดวาล์วหลัง Flow meter ที่ระยะ 2D ของขนาดท่อ เราจะ test 0% 100% 150 % โดยการ Adjust วาล์วที่ด้านหลัง Flow Meter (วาล์วที่ระยะ 2D) เราจึงจดค่าที่ได้ นำมา plot graph ของ flow rate ได้ และ Fire pump จะต้องมีความจุใช้งานมากกว่าจุด 100% rated capacity ไม่ต่ำกว่า 50% อยู่แล้ว หมายความว่า ถ้าจุดใช้งาน 100% สมมุติได้ flow 500 gpm ปัมที่ซื้อมานั้นต้องทำ flow ได้ไม่ต่ำกว่า 750 gpm ซึ่งเป็นเรื่องปกติของการซื้อปั๊มอยู่แล้วว่า ต้องเลือกจุดใช้งานให้อยู่ กลางๆ curve คือให้เหลือ ทั้ง head และ flow ครับ

### ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบมอเตอร์กับความดัน

ค่าความเร็วรอบมอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงมีผลต่อการสร้างค่าความดันรวมของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง โดยค่าความเร็วที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าความดันรวมของเครื่องสูบน้ำจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสามารถหาค่าความสัมพันธ์ได้ดังสมการดังนี้

$$P_{N2} = \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 \times P_{N1} \quad (18)$$

เมื่อ

$P_{N1}$  = ค่าความดันรวมครั้งแรก, (psi)

$P_{N2}$  = ค่าความดันรวมครั้งที่สอง, (psi)

$N_1$  = ความเร็วรอบมอเตอร์ครั้งแรก, (rpm)

$N_2$  = ความเร็วรอบมอเตอร์ครั้งที่สอง, (rpm)

### ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบมอเตอร์กับอัตราการไหล

$$Q_2 = \frac{N_2}{N_1} \times Q_1 \quad (19)$$

เมื่อ

$Q_1$  = อัตราการไหลของความเร็วรอบมอเตอร์ครั้งแรก, (gpm)

$Q_2$  = อัตราการไหลของความเร็วรอบมอเตอร์ครั้งที่สอง, (gpm)

$N_1$  = ความเร็วรอบมอเตอร์ครั้งแรก, (rpm)

$N_2$  = ความเร็วรอบมอเตอร์ครั้งที่สอง, (rpm)

## คุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำที่กล่าวถึงเป็นเครื่องสูบน้ำกังหันแบบไหลต่อเนื่อง ซึ่งได้แก่ เครื่องสูบน้ำหอยโข่งแรงเหวี่ยง หรือแบบไหลตามแนวรัศมี, เครื่องสูบน้ำไหลผสม และเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแกน เครื่องสูบน้ำแบบไหลต่อเนื่องเหล่านี้ได้รับการออกแบบตามแนวความคิดทำนองเดียวกันทั้งสิ้น นั่นก็คือเครื่องสูบน้ำจะเปลี่ยนพลังงานกลไปเป็นพลังงานภายในของของไหลโดยอาศัยใบจักรซึ่งหมุนด้วยความเร็วคงที่อัดให้ของไหลมีพลังงานมากขึ้น และเมื่อของไหลเดินทางทะลุผ่านช่องของใบจักรแล้วก็ใช้เปลือกหอยโข่งลดความเร็วคงที่อัดให้ของของไหลพร้อมทั้งจะคั่นนำของเหลวให้ไหลไปสู่ที่สูงได้ หรืออัดเข้าหม้อความดันได้

แม้จะยังมีเครื่องสูบน้ำที่ทำงานด้วยหลักการอื่นอยู่อีกหลายอย่าง เช่น สูบชัก สูบหมุน แต่ของไหลไม่ไหลต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนี้ในสูบน้ำขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่จะเป็นสูบแบบไหลต่อเนื่องแทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะใช้เพื่อการสูบน้ำหรือใช้ในงานอุตสาหกรรมที่ต้องสูบของเหลวอย่างอื่นที่ไม่ใช่น้ำ

องค์ประกอบที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการพัฒนาเครื่องสูบน้ำ และในการใช้เครื่องสูบน้ำแบบไหลต่อเนื่อง มีดังนี้

- 1) การนำมอเตอร์ไฟฟ้าและ เครื่องยนต์สันดาปภายใน หรือเครื่องกำเนิดพลังงานจากไอน้ำมาขับเคลื่อนด้วยความเร็วรอบสูงๆ
- 2) เครื่องสูบน้ำแบบไหลต่อเนื่องนี้จะมีขนาดเล็กมาก เมื่อเทียบกับเครื่องสูบน้ำแบบอื่น ณ จุดปริมาณการสูบใกล้เคียงกันนอกจากนี้ สูบแบบนี้ยังมีราคาถูกกว่าด้วย
- 3) สามารถใช้สูบน้ำในช่วงที่กว้างมากเช่นจาก 1 ลิตรต่อนาที ไปจนถึงหลายพันลูกบาศก์เมตรต่อนาที และหัวความดันที่ได้ก็มีตั้งแต่ต่ำกว่า 1 เมตร ความสูงของน้ำจนถึง 300 เท่าของบรรยากาศ (ประมาณเป็นความสูงของน้ำประมาณ 3000 เมตร)
- 4) สูบน้ำได้ประสิทธิภาพสูง ในขณะที่อัตราการไหลมีค่าสม่ำเสมอพอควร
- 5) ผลิตหรือสร้างได้ง่าย ใช้และซ่อมก็ง่ายด้วย

### ค่าความเร็วจำเพาะ

การที่จะศึกษาการทำงานเชิงกลศาสตร์ของเครื่องสูบน้ำนั้นจะต้องศึกษาค่าตัวแปรที่สำคัญ 3 ตัวดังนี้

1) อัตราการสูบ หรืออัตราการไหลของของไหลผ่านเครื่องสูบน้ำ ( $Q$ ) ซึ่งเป็นปริมาณของไหลเครื่องสูบน้ำสูบส่งให้ต่อช่วงเวลาปฏิบัติการ ประกติจะวัดเป็นลูกบาศก์เมตรต่อนาที ( $m^3/min$ ) หรือ ลิตรต่อนาที

2) ค่าหัวความดันรวม ( $H$ ) ซึ่งก็คือค่าพลังงานทั้งพลังงานความดันพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของของไหลอาจหาได้จากผลต่างระหว่างค่าปริมาณพลังงานต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักของของไหล ที่ทางเข้ากับที่ทางออก ค่าหัวความดันนี้ไม่ขึ้นกับค่าน้ำหนักจำเพาะของของไหล และโดยปกติจะแสดงค่าเป็นเมตรของน้ำ

3) ค่าความเร็วรอบ ( $N$ ) ซึ่งเป็นความเร็วรอบของการหมุนของเพลลาของเครื่องสูบน้ำ แสดงไว้เป็นจำนวนรอบต่อนาที (rpm)

ค่าความเร็วจำเพาะ ( $N_s$ ) นั้นหาได้จากสมการที่ (3) ตัวแปรไร้มิติหน่วยนี้สามารถใช้เป็นเกณฑ์ที่จะกำหนดรูปแบบใบจักร และ ค่าคุณลักษณะอื่นของเครื่องสูบน้ำได้

$$N_s = (N \times Q^{1/2}) / H^{3/4} \quad (20)$$

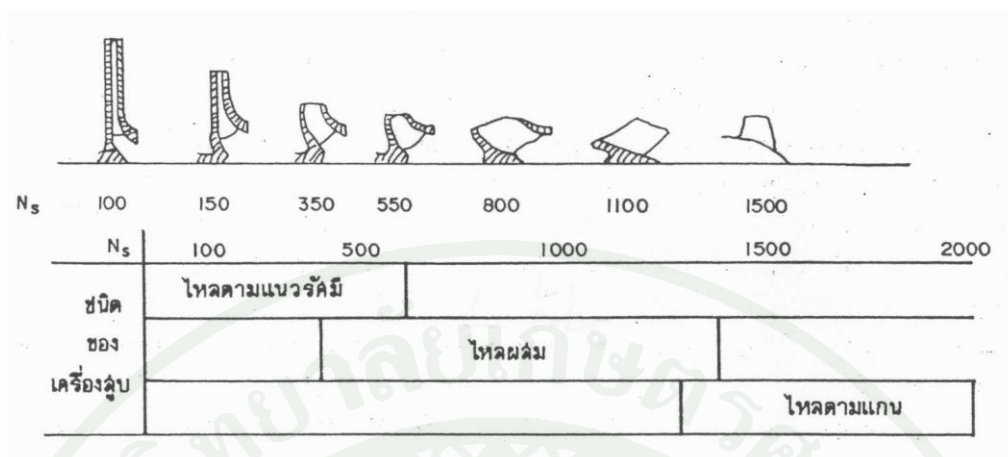
เมื่อ

$N$  = ความเร็วรอบ ( n/min )

$Q$  = อัตราการสูบ ( $m^3/min$ )

$H$  = ความดันรวม (m)

ค่าความเร็วจำเพาะที่คำนวณได้นี้สามารถนำไปใช้เลือกใบจักรที่มีประสิทธิภาพสูงสุด หรือจะใช้ค่า “ ตัวเลขบอกชนิด ” เครื่องสูบน้ำ ซึ่งจะมีค่าเหมือนกันสำหรับใบจักรที่รูปร่างเหมือนกัน ค่าความเร็วจำเพาะนี้หาจากกฎความคล้ายคลึงกันของเครื่องสูบน้ำ ซึ่งจะบอกความเร็วของใบจักรเครื่องสูบน้ำที่ทำงานภายใต้หัวความดัน 1 หน่วยและสูบน้ำได้ 1 หน่วยอัตราการสูบ รูปร่างของใบจักรเครื่องสูบน้ำจะเปลี่ยนไปตามค่าความเร็วจำเพาะ ดังแสดงไว้ใน ภาพที่ 19 และ ภาพที่ 20



ภาพที่ 19 ภาควัตถของใบจักรที่ความเร็วจำเพาะต่างๆ

ที่มา: NFPA (2003)



ภาพที่ 20 ชนิดของใบจักร

ที่มา: NFPA (2003)

โดยทั่วไปแล้ว ค่าความเร็วจำเพาะต่ำจะเป็นเครื่องสูบน้ำที่สูบน้ำได้ที่หัวความดันสูงแต่อัตราการสูบต่ำ ในขณะที่ค่าความเร็วจำเพาะสูงเหมาะที่จะใช้สูบของไหลที่หัวความดันต่ำแต่อัตราการสูบสูง ควรจำไว้ด้วยว่าเครื่องสูบน้ำที่มีค่าความเร็วจำเพาะสูง จะมีใบจักรขนาดเล็กลง

### ค่าอัตราการสูบลำกับขนาดของเครื่องสูบน้ำ

ขนาดของเครื่องสูบน้ำโดยปกติจะให้ตามขนาด “Bore” ซึ่งจะใช้ค่าขนาดของท่อดูดและหรือท่อออกของเครื่องสูบลำเป็นเกณฑ์

$$Q = 60 \times (\pi / 4) \times D^2 \times V \quad (21)$$

เมื่อ

$Q$  = อัตราการสูบ,  $m^3/min$

$D$  = Bore ของเครื่องสูบลำ,  $m$

$V$  = ความเร็วของของไหลที่ทางออก,  $m/s$

ค่าความเร็วของของไหลในท่อทางดูด และที่ทางออกหรือในเปลือกร้อนสูบจะมีค่าประมาณ 2 ถึง 3 เมตรต่อวินาที เฉพาะในเครื่องสูบลำขนาดใหญ่เท่านั้น ที่ค่าความเร็วเหล่านี้จะมีค่าสูงขึ้นไปอีกบ้าง ขนาดของ Bore อาจหาได้จากสมการที่ (22)

$$D = 1000(0.1 - 0.08) \times Q^{1/2} \quad (22)$$

เมื่อค่า

$D$  = ค่า “Bore” ของเครื่องสูบลำ,  $(mm)$

$Q$  = อัตราการไหล,  $(m^3/min)$

ขนาดเครื่องสูบลำ ซึ่งได้จากขนาดท่อทางดูด หรือท่อทางส่ง ปกติแล้วจะเลือกมาจากหน้าแปลนมาตรฐานท่อ สำหรับเครื่องสูบลำความดันสูง ค่าขนาดทางออกอาจจะเล็กกว่าทางเข้า ทั้งนี้เพื่อลดความเร็วทางเข้าให้ต่ำไว้ สำหรับเครื่องสูบลำแบบติดตั้งเพลานวดึง ค่าขนาดเครื่องสูบลำจะกำหนดตามค่าขนาดท่อที่ทางเข้าเครื่องสูบลำ

### ประสิทธิภาพกับกำลังงานที่ต้องการ

ประสิทธิภาพของเครื่องสูบลำ คือ อัตราส่วนของกำลังงานที่เครื่องสูบลำให้เทียบกับกำลังงานที่ได้รับจากเพลานวดึง กำลังงานที่เครื่องให้หมายถึง กำลังงานเชิงกลศาสตร์ที่เครื่องสูบลำส่งให้กับของไหล และหาได้จากสมการที่ (23)

$$L_w = \rho \times g \times (Q/60) \times (H/1000), (\text{kw}) \quad (23)$$

เมื่อ

$L_w$  = กำลังงานที่เครื่องสูบน้ำให้, (kw)

$\rho$  = ความหนาแน่นของไหล, (kg/m<sup>3</sup>)

$g$  = ค่าอัตราเร่งของโลก, (m/s<sup>2</sup>)

$Q$  = อัตราการไหล, (m<sup>3</sup>/min)

$H$  = ความดันรวม, (m)

จากสมการที่ (23) สามารถเปลี่ยนเป็นสมการที่ (24) ได้ดังนี้

$$L_w = 0.163 \times \gamma \times Q \times H \quad (24)$$

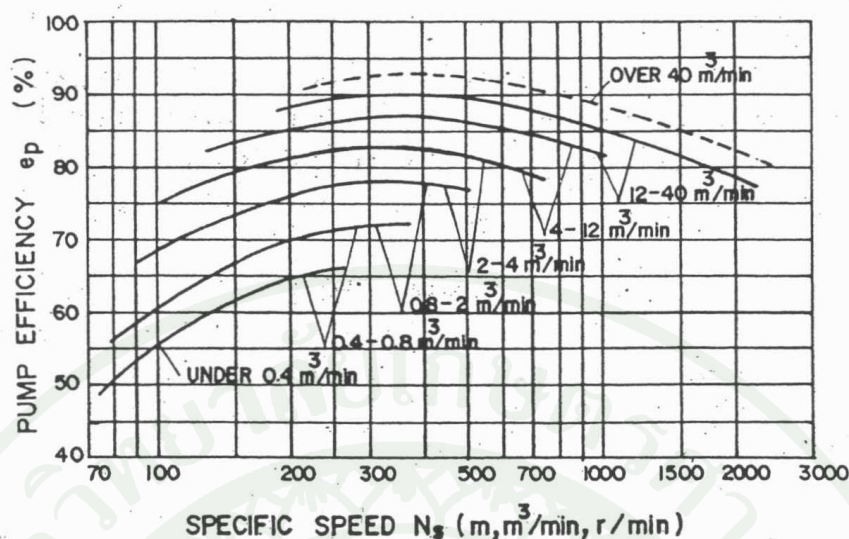
เมื่อ  $\gamma$  น้ำหนักจำเพาะของของไหล และประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำจะหาได้จาก

$$e_p = (0.163 \times \gamma \times Q \times H) / L_p \quad (25)$$

เมื่อ

$L_p$  = กำลังงานที่ส่งให้กัลป์เพลลา, กิโลวัตต์

ค่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำขึ้นอยู่กับค่าของความเร็วจำเพาะและอัตราการสูบลวดแสดงในรูปที่ 21 ค่าเหล่านี้เป็นค่าที่ใช้ได้กับเครื่องสูบน้ำที่ได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดี เพื่อใช้ในการทั่วไปในการสูบน้ำใสปราศจากตะกอน ฯลฯ



ภาพที่ 21 ประสิทธิภาพเครื่องกับความเร็วจำเพาะและอัตราการสูบ

ที่มา: NFPA (2003)

### คุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ

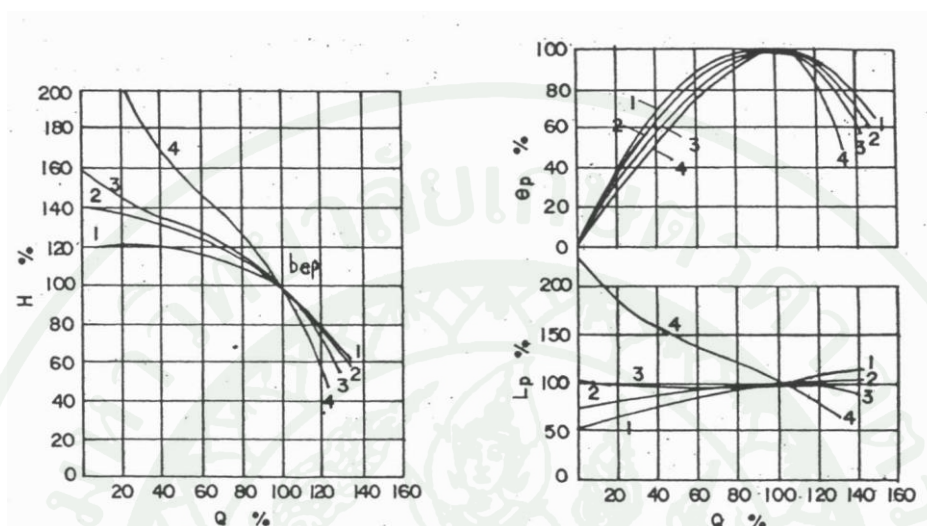
การปฏิบัติการของเครื่องสูบน้ำนั้นเราจะแสดงผลได้จากเส้นโค้งของคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความดัน กำลังงานที่เพลลา และประสิทธิภาพเป็นแกนตั้ง เขียนคู่กับอัตราการสูบเป็นแกนนอน ค่าเหล่านี้จะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับค่าความเร็วจำเพาะดังแสดงไว้ในรูปที่ 22 ค่าต่างๆ แสดงไว้เป็นเปอร์เซ็นต์ของค่า ณ จุดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ( $B_{ep}$ )

เมื่อดูภาพที่ 22 จะได้ว่าค่าคุณลักษณะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1) ความดันรวมกับค่าอัตราการสูบ สำหรับเครื่องสูบน้ำที่มีค่าความเร็วจำเพาะต่ำ เส้นโค้งจะโค้งไม่มากและมีค่าความดันเมื่อปิดประตูที่ทางออกและความดันออกแบบไม่สูงมาก เส้นโค้งนี้จะไม่ชันขึ้นเมื่อค่าความเร็วจำเพาะสูงขึ้น

2) กำลังงานที่เพลลา กำลังงานเพลลาของสูบที่มีค่าความเร็วจำเพาะต่ำ จะมีค่าต่ำสุดเมื่อเครื่องสูบน้ำทำงานขณะปิดประตูที่ทางออกไว้ และจะสูงขึ้นเมื่อเปิดประตูน้ำ ทำให้อัตราการสูบสูงขึ้นในเครื่องสูบน้ำแบบไหลผสม ค่ากำลังงานที่เพลลาจะค่อนข้างคงที่ แต่ในแบบไหลตามแกนค่ากำลังงานเพลลาจะมีค่าสูงเมื่อปิดประตูทางออก

3) ประสิทธิภาพ เครื่องสูบน้ำที่มีค่าความเร็วจำเพาะต่ำ จะมีประสิทธิภาพต่ำ จะมีประสิทธิภาพสูง เมื่อเราเลือกค่าความเร็วจำเพาะที่เหมาะสมกับอัตราการสูบและหัวความดันได้แล้วก็อาจคาดเดาเส้นโค้งแสดงคุณลักษณะได้ด้วย ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 คุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำที่มีค่าความเร็วจำเพาะต่างๆ

ที่มา: NFPA (2003)

#### การหาค่าความดันรวม

การหาค่าความดันรวมของเครื่องสูบน้ำ สามารถได้จากค่าผลรวมของค่าความสูงที่ต้องการยกน้ำขึ้น รวมกับการสูญเสียความดันเชิงพลศาสตร์ตามท่อและชิ้นส่วนอุปกรณ์และเครื่องควบคุมอัตราการไหลในท่อ ซึ่งส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับค่ากำลังสองของความเร็ว ดังนี้

$$H = H_a + h_f \quad (26)$$

เมื่อ

$H$  = ความดันรวม, (m)

$H_a$  = ระดับที่ต้องยกน้ำ, (m)

$h_f$  = ผลรวมการสูญเสียเชิงพลศาสตร์, (m)

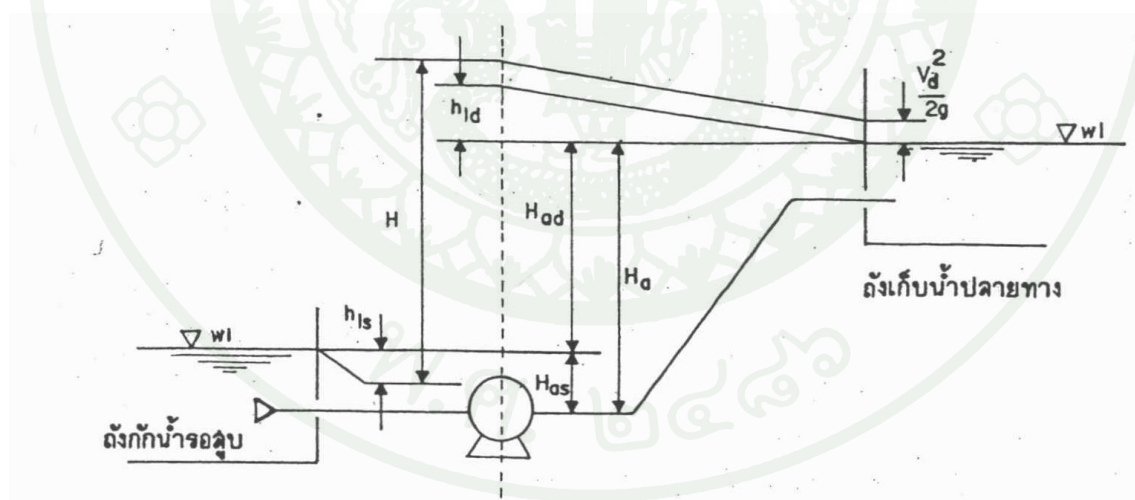
ค่า  $H_d$  หมายถึง ผลต่างระหว่างระดับน้ำต่ำสุดด้านสูบ และระดับสูงสุดที่ต้องยกน้ำขึ้นไป ขณะกำลังสูบอยู่ การหาระดับต่ำสุดด้านสูบต้องคำนึงการสูญเสียหัวความดันก่อนที่น้ำจะเดินทางมาถึงพักน้ำรอสูบทั้งหมด ในทำนองเดียวกันด้านส่งก็ต้องคำนึงถึงค่าความดันหลังถึงเก็บด้วย

ถ้าระดับของไหลมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นๆลงๆตามจังหวะการสูบ ก็ควรเลือกระดับที่เกิดขึ้นบ่อยๆ เป็นระดับปกติสำหรับการสูบอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ก็ต้องตรวจสอบค่าต่ำสุดและสูงสุดของ  $H_d$  เพื่อให้ได้อัตราการสูบที่ต้องการ

ถ้ามีความดันมากที่ผิวของน้ำทั้งด้านสูบและด้านส่งก็ต้องนำค่าความดันนี้มาใช้ในการกำหนดค่า  $H_d$  ด้วยแต่ต้องเปลี่ยนเป็นค่าความดันก่อน การสูบแบบนี้เกิดขึ้นเมื่อสูบจากถังปิดหรือสูบส่งเข้าถังปิด

# 1. รายละเอียดในการคำนวณหาความดันรวมจะเป็นดังแสดงต่อไปนี้

1.1 แบบดูดขึ้น เมื่อติดตั้งเครื่องสูบน้ำไว้เหนือระดับน้ำที่ต้องดูดขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 23 ค่าความดันรวม



ภาพที่ 23 เครื่องสูบน้ำติดตั้งเหนือระดับน้ำที่ต้องดูดขึ้น

ที่มา: NFPA (2003)

จากสมการ

$$H = H_{as} + H_{ad} + h_{is} + h_{id} + (V_d^2 / 2g) \quad (27)$$

เมื่อ

$H_{as}$  = ความดันดูดขึ้น, (m)

$H_{ad}$  = ความดันด้านออก, (m)

$h_{is}$  = การสูญเสียความดันในท่อด้านดูด, (m)

$h_{id}$  = การสูญเสียความดันในท่อด้านส่ง, (m)

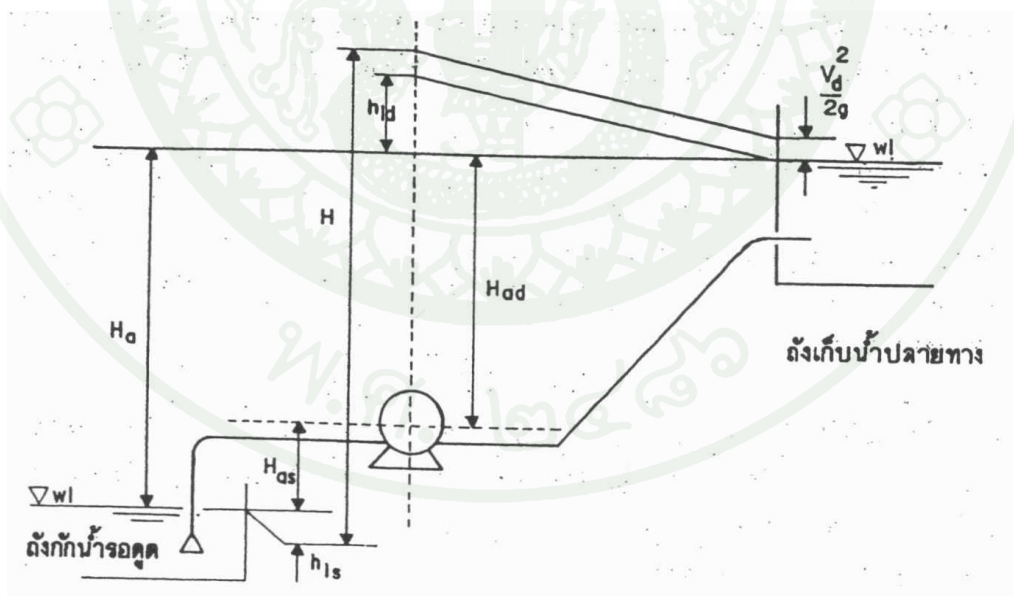
$V_d^2 / 2g$  = ค่าความเร็วเหลือที่ปลายทาง, (m)

$V_d$  = ความเร็วของการไหลที่ทางออก, (m/s)

$g$  = ค่าอัตราเร่งของโลกใช้ค่า  $9.8 \text{ m/s}^2$

1.2 แบบด้านดูดมีแรงอัด เมื่อเครื่องสูบน้ำติดตั้งต่ำกว่าระดับที่ต้องสูบขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 24 ค่าความดันรวมหาได้จาก

$$H = H_{as} + H_{ad} + h_{is} + h_{id} + (V_d^2 / 2g) \quad (28)$$

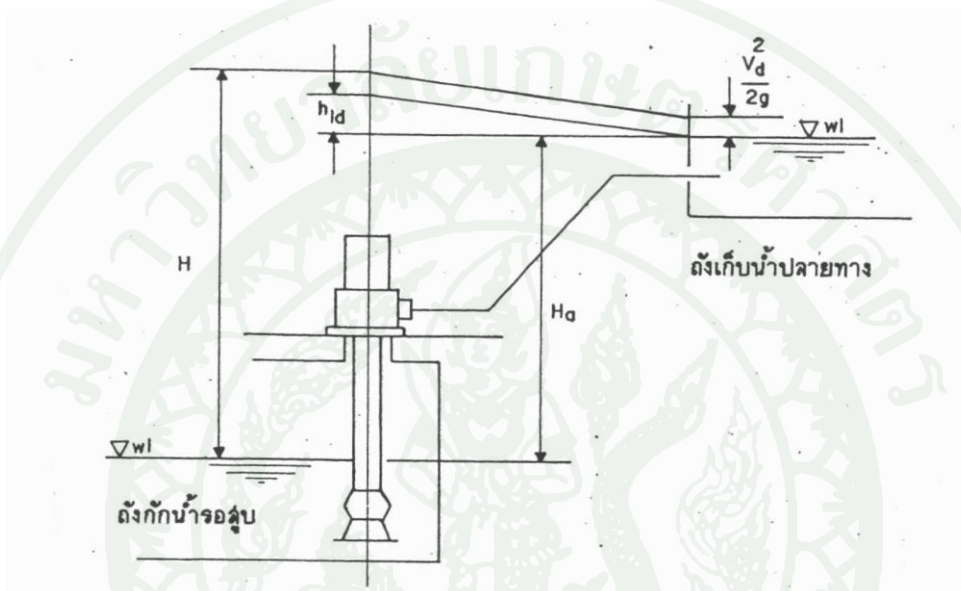


ภาพที่ 24 เครื่องสูบน้ำติดตั้งต่ำกว่าระดับน้ำที่ต้องสูบ

ที่มา: NFPA (2003)

1.3 แบบติดตั้งแนวดิ่งมีห้องรับน้ำเพื่อสูบขึ้น สำหรับเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งไว้ในแนวดิ่ง หรือแนวเอียง และใบจักรอยู่ใต้วงศ์ดังแสดงในรูปที่ 25 ถ้าวัดผลการปฏิบัติงานของเครื่องสูบน้ำที่ทางออก ก็สามารถหาได้จากค่าความดันรวม จาก

$$H = H_a + h_{id} + (V_d^2 / 2g) \quad (29)$$



ภาพที่ 25 เครื่องสูบน้ำติดตั้งเพลาแนวดิ่ง มีห้องรับน้ำเพื่อรอส่งสูบน้ำ

ที่มา: NFPA (2003)

เพื่อให้ได้ผลรวมของการสูญเสียความดันตลอดแนวท่อที่ต่ออยู่กับเครื่องสูบน้ำ จะต้องหาการสูญเสียความดันในแต่ละชิ้นส่วนให้ได้เสียก่อน แล้วจึงนำค่าที่หาได้มารวมกัน การคำนวณทำได้โดยใช้สูตรสำเร็จ หรือใช้ข้อมูลทางทฤษฎี

### เครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนนอน

เครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนนอนในที่นี้หมายถึง เครื่องสูบน้ำหอยโข่งชนิดสปลิตแคส (split-case) หรือ เอนด์ ซักชั่น (End suction) หรือแบบ อิน-ไลน์ (in-line) ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

เครื่องสูบน้ำแบบใบพัดเดี่ยวชนิดอินไลน์แกนตั้งแบบรวม (Close-Coupled Verticle In-Line) จะมีขนาดการสูบน้ำไม่เกิน 2,839 ลิตรต่อนาที (750 แกลลอนต่อนาที)

เครื่องสูบน้ำแบบใบพัดเดี่ยวชนิดเอนด์ ชัลดัชนีจะมีขนาดการสูบน้ำไม่เกิน 1,892 ลิตรต่อนาที (500 แกลลอนต่อนาที)

เครื่องสูบน้ำดับเพลิงหอยโข่งแกนนอนจะต้องไม่ใช่สูบน้ำจากแหล่งน้ำ หรือ ถังเก็บน้ำที่มีระดับน้ำปกติต่ำกว่าตัวเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

### ระบบขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ระบบขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิง แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

#### 1. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จะต้องใช้กำลังไฟฟ้าที่จ่ายจากแหล่งไฟฟ้าที่แยกเป็นพิเศษจากวงจรไฟฟ้าอื่นๆ ถ้าเป็นไปได้ควรจ่ายโดยตรงมาจากหม้อแปลงไฟฟ้า หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาดของไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องมีขนาดที่ถูกต้องหลักวิชาการ โดยที่อุปกรณ์สวิตช์ตัดตอนต่างๆ จะต้องมียก Interruping Capacity ที่สูงพอเหมาะกับขนาดของมอเตอร์ที่นำมาใช้ ชุดสตาร์ทเตอร์จะต้องมีค่าแรงบิดสตาร์ทที่พอเพียงและจะต้องเป็นชนิดที่ไม่มีโอเวอร์โหลด ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า และแนวการเดิน

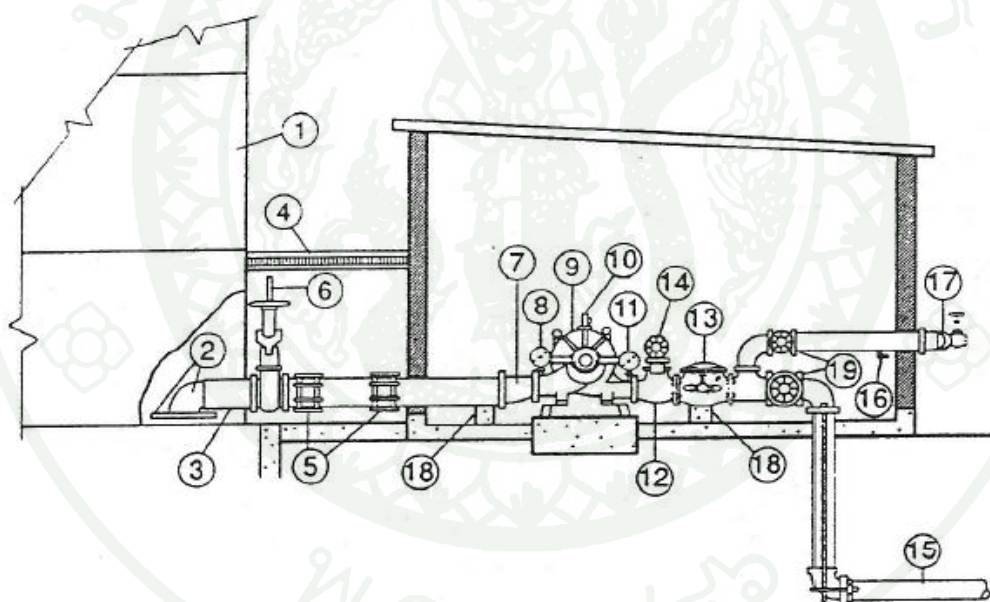
#### 2. ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์

สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ ควรจะเลือกใช้เครื่องยนต์ที่มีคุณภาพดี, หางอะไหล่ได้ง่าย มีความเชื่อถือได้ในระบบควบคุม ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง การติดตั้ง การสตาร์ทติดเครื่อง และระยะเวลาการทำงาน เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่พิสูจน์ได้ว่าเหมาะสม สำหรับเป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิง มากกว่าเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบอื่นๆ

### ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

1. ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงให้อยู่ที่ระดับพื้นชั้นล่างหรือระดับที่ได้รับการป้องกันจากน้ำท่วมและมีการระบายอากาศได้ดี พนักงานดับเพลิงสามารถเข้าถึงได้สะดวกไม่ซับซ้อน
2. ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงภายในอาคารจะต้องทนไฟ 2 ชั่วโมง ยกเว้น ถ้าติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง การทนไฟสามารถลดเหลือ 1 ชั่วโมง
3. ต้องติดตั้งไฟส่องสว่างฉุกเฉินสามารถจ่ายไฟได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ห้ามใช้แบตเตอรี่ของเครื่องยนต์ที่ขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจ่ายให้อุปกรณ์ไฟส่องสว่างฉุกเฉิน

### การติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิง



ภาพที่ 26 แสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนนอนชนิดติดตั้งอยู่กับที่

1. ถังน้ำดับเพลิง
2. หัวดูดพร้อมแผ่นกั้นน้ำวน (Vortex Plate) ขนาดไม่น้อยกว่า 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อดูด มีระยะจากกันถึงถึงหัวดูดไม่น้อยกว่า  $\frac{1}{2}$  เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อดูด แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว)
3. ท่อดูด
4. (ไม่ใช่)

5. ท่อต่ออ่อน ในกรณีที่มีแรงเค้นภายในท่อ อันเนื่องมาจากการทรุดตัว (Settlement)
6. ประตุน้ำชนิดที่บอกได้ว่าอยู่ในตำแหน่งปิดหรือเปิด
7. ข้อต่อลดแบบด้านบนราบ
8. เกจวัดความดันทางด้านดูด
9. เครื่องสูบน้ำดับเพลิง
10. วาล์วระบายอากาศอัตโนมัติ
11. เกจวัดความดันด้านส่ง
12. ข้อต่อแบบทึด
13. เช็ควาล์ว
14. วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ
15. ท่อส่งน้ำดับเพลิง
16. (ไม่ใช่)
17. หัวต่อสายส่งน้ำดับเพลิง
18. ที่รองรับท่อ
19. ประตุน้ำชนิดที่บอกได้ว่าอยู่ในตำแหน่งปิดหรือเปิด

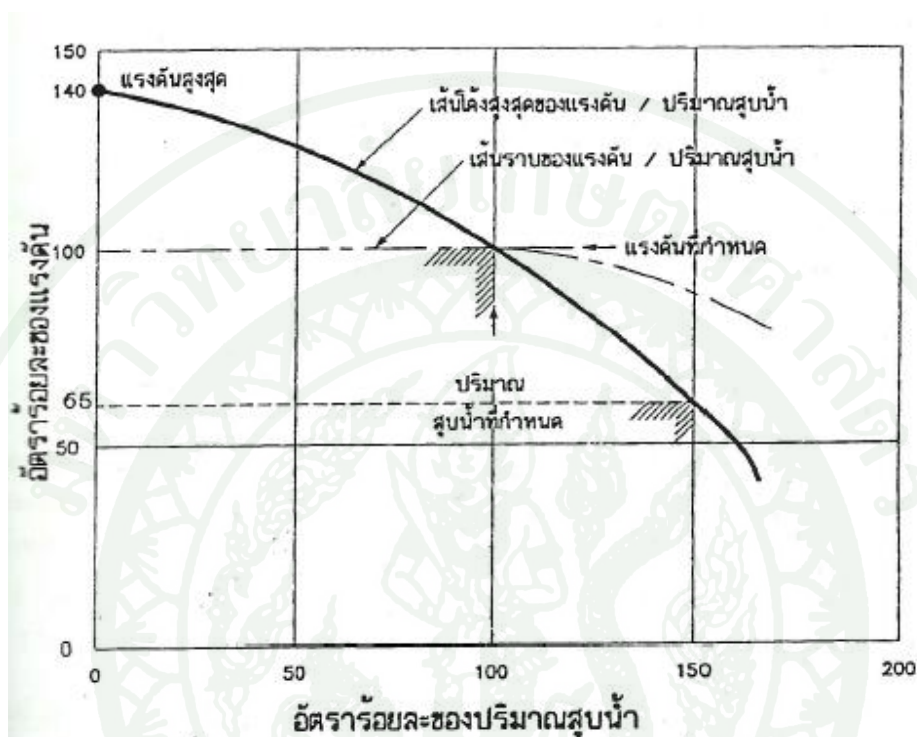
#### การทดสอบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

หลังจากติดตั้งชุดเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการทดสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ จนเป็นที่แน่ใจว่าเครื่องสูบน้ำดับเพลิงพร้อมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ทำงานถูกต้องสมบูรณ์ตรงตามความต้องการ โดยจะต้องจัดทำรายงานสรุปผลการทดสอบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ซึ่งได้รับการเซ็นรับรองจากเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบในเขตที่อาคารหรือสถานที่ประกอบกิจการนั้นตั้งอยู่หรือวิศวกรเครื่องกล รายงานสรุปผลการทดสอบดังกล่าวอย่างน้อย จะต้องประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ ดังนี้คือ

1. กระแสไฟฟ้าเมื่อเริ่มสตาร์ท
2. กระแสไฟฟ้าเมื่อเดินเครื่องสูบน้ำดับเพลิงตามปกติแล้ว
3. แรงดันน้ำทางด้านดูดของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง
4. แรงดันน้ำทางด้านส่งของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเริ่มทำงาน
5. อัตราการสูบน้ำที่ค่าแรงดันต่างๆ
6. รอบการทำงานของเครื่องยนต์
7. ผลการทำงานของระบบสตาร์ทเครื่องยนต์

8. ผลการทำงานของระบบป้องกันเครื่องยนต์ต่างๆ เช่น สัญญาณแจ้งเหตุ เมื่อความร้อนสูงเกินไป รอบเครื่องยนต์สูงเกินไป ระดับน้ำมันต่ำไป เป็นต้น

9. แรงดันน้ำที่ทำให้หัวลวาระบายน้ำอัตโนมัติทำงาน



ภาพที่ 27 เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ

ที่มา: NFPA (2003)

### การดูแลรักษาเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ควรจะได้จัดให้มีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้เพียงพอกับการดูแลรักษาเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเพื่อทำหน้าที่เดินทดสอบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง และอุปกรณ์เป็นประจำ พร้อมทั้งคอยตรวจสอบและซ่อมบำรุงตามความจำเป็น เพื่อให้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงอยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะใช้งานได้อยู่เสมอ

การทดสอบเดินเครื่องสูบน้ำดับเพลิงขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลควรจะเป็นประจำทุกอาทิตย์ๆ ละหนึ่งครั้งการทดสอบเดินเครื่องสูบน้ำดับเพลิงขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าควรจะเป็นประจำทุกๆ เดือน

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

- |                                                   |                 |
|---------------------------------------------------|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ NOTEBOOK ระบบปฏิบัติการ Windows XP | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. เครื่องพิมพ์                                   | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. กล้องถ่ายรูป                                   | จำนวน 1 เครื่อง |

### วิธีการ

1. ศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันอัคคีภัยสำหรับอาคารสูง
2. ศึกษาและตรวจสอบแผนงานการป้องกันอัคคีภัยในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ของอาคารคู้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช
3. ศึกษาแบบสำรวจอาคารและจัดทำแบบสำรวจอาคารคู้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช สำรวจอาคารดำเนินการสำรวจอาคารคู้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช โดยพิจารณาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบป้องกันอัคคีภัย โดยสำรวจมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยแบ่งการสำรวจมาตรฐานเป็น 5 ส่วน ดังนี้

#### 3.1 มาตรฐานของอาคาร

- 3.1.1 มาตรฐานการทนไฟของวัสดุก่อสร้างและส่วนประกอบ
- 3.1.2 มาตรฐานโครงสร้างอาคารเพื่อป้องกันอัคคีภัย
- 3.1.3 การแบ่งส่วนอาคาร
- 3.1.4 การควบคุมวัสดุในอาคาร
- 3.1.5 การป้องกันช่องเปิด
- 3.1.6 มาตรการเตรียมพื้นที่รอบอาคาร

#### 3.2 มาตรฐานทางหนีไฟ

- 3.2.1 จี๊ดความสามารถของทางหนีไฟ
- 3.2.2 จำนวนทางหนีไฟ

- 3.2.3 การจัดวางทางหนีไฟ
- 3.2.4 รายละเอียดของทางปล่อยออกจากทางหนีไฟ
- 3.2.5 ส่วนประกอบของทางหนีไฟ
- 3.2.6 แสงสว่างของทางหนีไฟ
- 3.2.7 ป้ายและสัญลักษณ์
- 3.2.8 การซ่อมหนีไฟ

### 3.3 มาตรฐานระบบป้องกันอัคคีภัย

- 3.3.1 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- 3.3.2 ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน
- 3.3.3 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางออกฉุกเฉิน
- 3.3.4 ระบบควบคุมควันไฟ
- 3.3.5 ศูนย์สั่งการดับเพลิง
- 3.3.6 เครื่องหมายแสดงทางหนีไฟและอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย

### 3.4 มาตรฐานระบบดับเพลิง

- 3.4.1 ประเภทพื้นที่ครอบครอง
- 3.4.2 ระบบท่อน้ำดับเพลิงและสายฉีดน้ำดับเพลิง
- 3.4.3 ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง
- 3.4.4 ระบบท่อน้ำดับเพลิงภายนอกอาคาร
- 3.4.5 อุปกรณ์วัสดุในระบบดับเพลิง
- 3.4.6 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงและการติดตั้ง
- 3.4.7 เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ และการติดตั้ง
- 3.4.8 การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ของระบบดับเพลิง

### 3.5 มาตรฐานระบบดับเพลิงพิเศษ

- 3.5.1 ระบบสารสะอาดดับเพลิง
- 3.5.2 ระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง

## ผลและวิจารณ์

### ผล

#### ข้อมูลทั่วไปของอาคารที่ทำวิจัย

ชื่อ อาคารคุ้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ตั้งอยู่ที่ 171 ถนน พหลโยธิน แขวงคลอง  
ถนน เขต สายไหม จังหวัด กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10220 โทรศัพท์ 02-5347000

ความสูงของอาคาร 49 เมตร (รวมหลังคาห้องเครื่องลิฟต์)

ความยาวของอาคาร 127.20 เมตร

ความกว้างของอาคาร 101.76 เมตร

พื้นที่ก่อสร้าง(เฉพาะอาคาร)ทั้งหมด รวม 66,564.19 ตารางเมตร

ลักษณะของอาคารและข้อมูลสิ่งก่อสร้าง เป็นประเภทอาคารสูง (สูงมากกว่า 23 เมตร) ตาม  
นิยามลักษณะอาคารของกฎกระทรวงฉบับที่ 33 ออกตามความพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.  
2522 โดยโครงสร้างเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก อาคารนี้เป็นอาคารที่ได้รับการยกเว้นการปฏิบัติ  
ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (มาตรา 7 ปี พ.ศ. 2522) เนื่องจากเป็นอาคารที่เกี่ยวกับความ  
มั่นคง (อาคารของกองทัพอากาศไทย) แต่เนื่องจากอาคารนี้เป็นสถานที่ให้บริการรักษาพยาบาลแก่  
ข้าราชการของกองทัพอากาศและประชาชนจำนวนมากจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและตรวจสอบความ  
ปลอดภัยเกี่ยวกับเรื่องอัคคีภัยของอาคารเพื่อวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นเพื่อป้องกัน  
ความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สิน

#### ข้อมูลอาคาร

จำนวนชั้นของอาคารเหนือพื้นดิน 12 ชั้น โดยมีชั้นใต้ดินด้วย  
โดยแต่ละชั้นมีการแบ่งการใช้งานดังต่อไปนี้



ภาพที่ 28 บริเวณภายนอกอาคารคุ้มเกล้าโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

ชั้นใต้ดิน กองวิศวกรรมการแพทย์

- หน่วยจ่ายกลาง แผนกช่างโยธา

ชั้น 1 อุบัติเหตุและฉุกเฉิน

- หออภิบาลศัลยกรรม ICU

- กองวิสัญญี และห้องผ่าตัด

- กองบริการโลหิต

ชั้น 2 ห้องอายุรกรรม ห้องตรวจสูตินรีกรรม ห้องกุมารเวชกรรม ห้องตรวจโรคทั่วไป  
ห้อง

เจาะเลือด ห้องตรวจปัสสาวะ ห้องตรวจกระดูกและข้อ ห้องตรวจศัลยกรรม ห้องตรวจ  
ทันตกรรม ห้องตรวจ หู คอ จมูก ห้องตรวจตา กองนาสกรรม ห้องจ่ายยา ห้องเก็บเงิน  
คำรักษาพยาบาล กองรังสีเอ็กซเรย์, แผนกทะเบียนและสถิติ, สำนักงานบัตรข้าราชการ

ชั้น 3 หออภิบาลอายุรกรรม ICU CCU หน่วยโรคไต หออภิบาลเด็กแรกเกิด หน่วยตรวจพิเศษ

กองอำนวยการ มูลนิธิคุ้มเกล้าฯ ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ แผนกเวชระเบียนและสถิติ กองการพยาบาล หน่วยสุศึกษา ห้องประชุม สัมมนา และศูนย์วิทยบริการ

ชั้น 4 กองศัลยกรรม กองอายุรกรรม กองตรวจโรคผู้ป่วยนอก กองสูตินรีกรรม กองกุมารเวชกรรม กองออร์โธปิดิกส์ กองโสต นาสิกกรรม กองทันตกรรม กองจักษุกรรม

ชั้น 5 หอผู้ป่วยศัลยกรรม หอผู้ป่วยออร์โธปิดิกส์

ชั้น 6 หอผู้ป่วยศัลยกรรม

ชั้น 7 หอผู้ป่วยสูตินรีกรรม หอทารกแรกเกิด

ชั้น 8 หอผู้ป่วยอายุรกรรม

ชั้น 9 หอผู้ป่วยกุมารเวชกรรม หอผู้ป่วยสามัญรวมหญิง โสต ศอ นาสิกกรรม

ชั้น 10 หอผู้ป่วยพิเศษ

ชั้น 11 หอผู้ป่วยพิเศษ

ชั้น 12 หอผู้ป่วยพิเศษ

การใช้งานชั้นใต้ดิน

พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วย

- พื้นที่สำหรับจอดรถในชั้นใต้ดินสามารถจอดได้ประมาณ 200 คันมีทางเข้าและออกอัตโนมัติขนาดกว้าง 5 เมตร

- แผนกวิศวกรรมโรงพยาบาล มีหน้าที่ สอบเทียบมาตรฐาน เครื่องมือทางการแพทย์และพัฒนาศักยภาพเครื่องมือทางการแพทย์

- เจ้าหน้าที่ปรับอากาศ ดูแลบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

- ฝ่ายเวชบริภัณฑ์กลาง

- หมวดไฟฟ้า มีหน้าที่ ดูแลและซ่อมบำรุงงานระบบไฟฟ้า โทรศัพท์ สัญญาณแจ้งเตือนอัคคีภัยและ ลิฟต์

- ห้องชุมสายโทรศัพท์

- ห้องเครื่องยนต์ มีระบบป้องกันดับเพลิงอัตโนมัติ ด้วยสารเคมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

- ห้องควบคุมไฟฟ้า มีระบบป้องกันดับเพลิงอัตโนมัติ ด้วยสารเคมีซึ่งปัจจุบันได้ใช้สารเคมีชนิด HFC-227ea โดยมีปริมาณสารเท่ากับ 68 กิโลกรัม โดยมีหัวฉีดแก๊ส (Nozzle) จำนวนสองหัว

การตรวจประเมินตามหลักวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยในชั้นใต้ดินประกอบไปด้วย

1. ประตูทนไฟที่ติดตั้งภายในห้องควบคุมไฟฟ้า เปิดทิ้งไว้ตลอดเวลา เมื่อมีการฉีดสารดับเพลิง ชนิด HFC-227ea จะทำให้มีการรั่วของสารมากประสิทธิภาพการดับไฟจะลดลงตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ประตูทนไฟ (Fire Doors) โดยต้องติดตั้งอุปกรณ์ดึงหรือผลักบานประตูให้กลับมาอยู่ในตำแหน่งปิดอย่างสนิทได้เองโดยอัตโนมัติ

2. ตู้ฉีคน้ำดับเพลิงบางจุดมีสภาพชำรุดรวมถึงอุปกรณ์บางส่วนสูญหายไม่พร้อมที่จะใช้งาน เช่น สายดับเพลิงแตก หม้ออายุการใช้งานและชำรุด

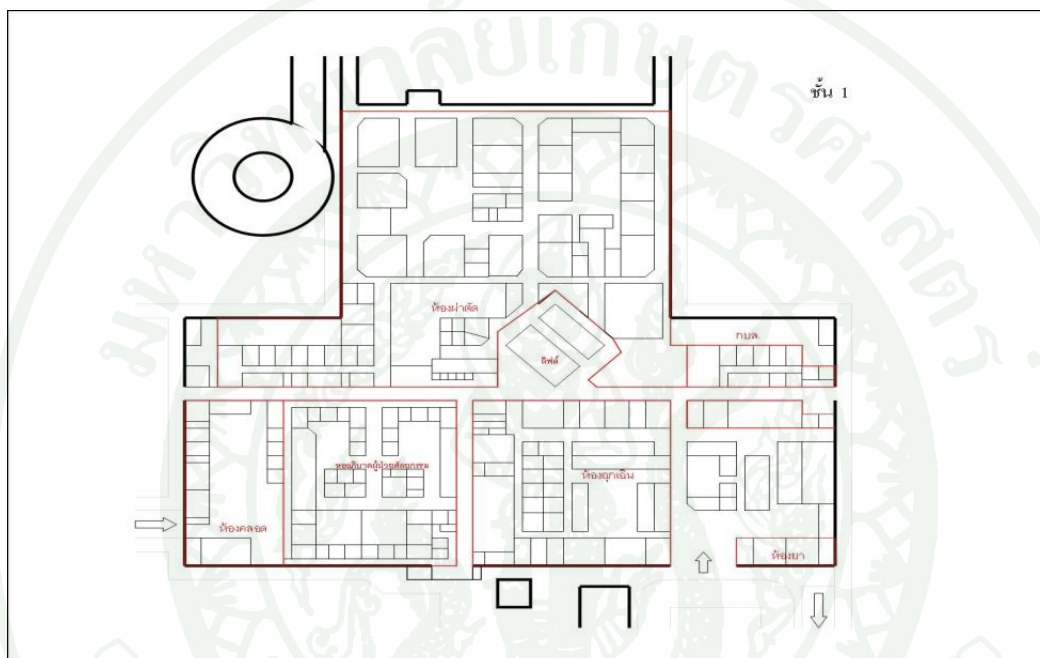


ภาพที่ 29 ตู้ฉีคน้ำดับเพลิงชำรุด

3. ป้ายสัญลักษณ์เส้นทางหนีไฟ ทางออกฉุกเฉิน บางจุดชำรุดแตกและไม่มีไฟทำให้การสังเกตเห็นไม่ชัดเจน บางจุดติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากสภาพภายในอาคารมีการดัดแปลง

4. ศูนย์สั่งการดับเพลิงและควบคุมสัญญาณแจ้งเตือน ของทั้งอาคารคุ้มเกล้า ฯ จะอยู่ที่ชั้นใต้ดินเป็นที่เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการป้องกันเหตุเพลิงไหม้และใช้ควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ระบบต่างๆทั้งหมด เช่น ระบบอัดอากาศ ระบบแจ้งเตือน ดังนั้นในห้องควบคุมซึ่งเป็นห้องที่มีความสำคัญ แต่เป็นห้องที่ไม่ปิดล้อมด้วยวัสดุทนไฟ

ชั้น 1



ภาพที่ 30 แผนผังชั้น 1 อาคารคุ้มเกล้าโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

ส่วนของหออภิบาลศัลยกรรม

- อายุรกรรม ชั้น 1 ประกอบไปด้วยเตียงคนป่วยจำนวนทั้งหมด 15 เตียง เป็นคนป่วยประเภทช่วยเหลือตัวเองไม่ได้และค้างคืน มีประตูเข้า-ออก สองทางเพื่อไปสู่ทางออก (Exit) และยังประกอบไปด้วย ห้องพิเศษ มีเตียงรวม 4 เตียง
- ห้องสังเกตการณ์ ข้าราชการ ครอบครัวยุทธพลอากาศ ซึ่งส่วนใหญ่แบ่งห้อง กันและตกแต่งใหม่ กันด้วยกระจก เป็นประตูกระจกแบบผลักเข้า-ออก ทั้งสองทางมีเตียงผู้ป่วยทั้งหมดภายในห้อง 5 เตียง
- ห้องประชุม ใช้สำหรับการประชุม โดยมีคนภายในห้องประชุมจำนวน 20 คน โดยเส้นทางหนีไฟโดยรอบมีขนาดความกว้าง 2.25 เมตร แต่มีการวางอุปกรณ์ทางการแพทย์ รถเข็นเตียงนอนสำหรับผู้ป่วย กีดขวางช่องทางหนีไฟ ซึ่งถ้ามีการอพยพหนีไฟสำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้จะทำให้ใช้เวลาในการอพยพมาก

- ห้องหน่วยช่วยหายใจ

- ห้องเครื่องมือ

อุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย ภายในโซน หอ.อภิบาล

- มีตู้ Fire hose ประจำจุดโดยใช้สายดับเพลิงขนาด 2 ½ นิ้ว มีสภาพพร้อมใช้ภายในตู้มี

การล็อกกุญแจป้องกันอุปกรณ์สำหรับดับเพลิงหาย

- มี Fire alarm แต่ละจุด

- กริ่งสัญญาณดับเพลิงแต่ละจุด

ส่วนของ ไอชียู ศัลยกรรม

- เป็นทางเข้า-ออก ด้วยประตูกระจกโดยใช้อิเล็กทรอนิกส์ บุคคลภายนอกจะเข้าไปภายใน จะต้องมีการกด กริ่งเรียกเจ้าหน้าที่เพื่อเปิดประตูจากด้านใน ใช้ในการขนย้ายผู้ป่วยออกสำหรับผู้ป่วยช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ ส่วนประตูสำหรับเจ้าหน้าที่อยู่บริเวณด้านข้างมีขนาดความกว้างเพียง 0.90 เมตร เส้นทางหนีไฟโดยรอบมีขนาดความกว้าง 2.50 เมตร

ภายในประกอบไปด้วย

- ห้องศัลยกรรมประสาท มีเตียงผู้ป่วย 5 เตียง

- ห้องศัลยกรรมผ่าตัดหัวใจ มีเตียงผู้ป่วย 5 เตียง

- ห้องผู้ป่วยไฟไหม้น้ำร้อนลวก มีเตียงผู้ป่วย 5 เตียง

- ห้องศัลยกรรมอุบัติเหตุ มีเตียงผู้ป่วย 5 เตียง

- ห้อง หุ่นหน้าแพทย์ และ พยาบาล

- ห้องพักแพทย์ และ พยาบาล

- ห้องเก็บเอกสาร , พัสดุ

โดยอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยประกอบด้วย

- มีแผนขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้

- มีแผนผังการขนย้ายเมื่อเกิดเพลิงไหม้ พร้อมบอกมอบหมายหน้าที่ของแต่ละคน

- มี Fire hose ขนาด 2 ½ นิ้ว

- มี Fire alarm แต่ละจุดโดยรอบ

ส่วนของห้องคลอด

- การเข้า-ออก เป็นประตูกระจกเลื่อนเปิดปิด มีทางเข้าออกสองด้าน พื้นที่ส่วนใหญ่มีการต่อเติมคัดแปลงการใช้งาน ทำด้วยกระจกในการกั้นห้องประกอบด้วย

- ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าผู้หญิง และผู้ชาย

- ห้องคลอด
- ห้องให้คำปรึกษา
- ห้องพักแพทย์

โดยอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยประกอบด้วย

- - มี Fire hose ขนาด 2 ½ นิ้ว
- มี Fire alarm แต่ละจุดโดยรอบ

ส่วนของ แผนกอุบัติเหตุ

- มีทางเข้า-ออก หลายทางและเปิดไปสู่ภายนอกอาคาร ภายในมีการตกแต่งใหม่ทั้งหมด โดยมีการใช้ไม้อัดในการตกแต่งให้สวยงาม ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ดี ประกอบไปด้วย

- ห้องนิรภัย มีเตียงผู้ป่วย 1 เตียง
- ห้องทำแผล มีเตียงผู้ป่วย 1 เตียง
- ห้องฉุกเฉิน มีเตียงผู้ป่วย 50 เตียง เข้าออกด้วยประตูอัตโนมัติ
- ห้องผู้ป่วยอุบัติเหตุ
- ห้อง X – RAY
- ห้องบริจาคโลหิต กองบริการโลหิต
- ห้องผ่าตัด หน่วยงานวิสัญญี

โดยอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยประกอบด้วย

- - มี Fire hose ขนาด 2 ½ นิ้ว
- มี Fire alarm แต่ละจุดโดยรอบ
- มี Smoke detector
- กริ่งสัญญาณดับเพลิง ประจำจุด

การตรวจประเมินตามหลักวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยในชั้น 1 ประกอบไปด้วย

1. ช่องทางเดินไปสู่ประตูหนีไฟ มีการวางอุปกรณ์ทางการแพทย์ รถเข็น เตียงนอนสำหรับผู้ป่วย กีดขวางช่องทางไปสู่ประตูหนีไฟ ซึ่งถ้ามีการอพยพหนีไฟสำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้จะทำให้ใช้เวลาในการอพยพมาก ไม่เป็นไปตาม มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์



### ห้องตรวจอายุรกรรม

- เป็นห้องที่มีเก้าอี้สำหรับนั่งรอตรวจเพื่อเรียกเข้าไป จำนวนเก้าอี้ภายในห้องทั้งหมด 180 ตัว แต่จำนวนคนไข้ที่มารอหนาแน่นมากทุกวัน มีการยืนรอจำนวนคนเฉลี่ยภายในห้องรวม พนักงานและแพทย์ จำนวนประมาณ 300 คน ภายในห้อง โดยแบ่งเป็นห้องตรวจใช้ในการตรวจ จำนวน 19 ห้อง และห้องเสริมอีก 6 ห้อง มีประตูใช้ในการเข้าออก 2 ประตู เป็นประตูกระจกแบบ ผลักและประตูหนีไฟอีก 1 ประตู ผู้ป่วยส่วนมากเป็นคนชรา

- ทางเดิน Corridor กว้าง 2 เมตร แต่มีการนำเก้าอี้มาวางเพื่อนั่งรอแพทย์ จนมีทางแคบ 0.6 เมตร เท่านั้น

- ภายในมีถังดับเพลิงเคลื่อนที่ จำนวน 2 ถัง
- มีแผนผังการขนย้ายเมื่อเกิดเพลิงไหม้



ภาพที่ 32 ช่องทางเดินบริเวณรอบๆไปสู่ทางหนีไฟ

### ห้องตรวจสูติ นรีกรรม

- เป็นห้องที่มีเก้าอี้ภายในห้องทั้งหมดจำนวน 150 ตัว และมีห้องตรวจจำนวน 17 ห้อง จำนวน คนโดยเฉลี่ยรวมพนักงานและแพทย์ จำนวน 100 คน ผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นผู้หญิงและผู้หญิงที่ท้อง

- ภายในมีถังดับเพลิงเคลื่อนที่ จำนวน 1 ถัง
- ภายในมี Fire hose อยู่ภายในห้อง

- ทางเดิน Corridor กว้าง 2 เมตร แต่มีการนำเก้าอี้มาวางเพื่อนั่งรอพบแพทย์ ทำให้ Corridor ลดลงเป็น 1.5 เมตร

- มีเส้นทางไปสู่ประตูหนีไฟ 3 เส้นทาง

#### ห้องกุมารเวชกรรม

- ภายในห้องมีเก้าอี้ที่ใช้ในการรอพบแพทย์ จำนวน 100 ตัว และมีห้องตรวจจำนวน 12 ห้อง จำนวนคนเฉลี่ยรวมพนักงานและแพทย์ จำนวน 60 คน ผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นผู้หญิงและเด็ก

- มีถึงดับเพลิงเคลื่อนที่ จำนวน 1 ถัง
- ภายในมี Fire hose อยู่ภายในห้อง
- ทางเดิน Corridor กว้าง 2 เมตร ไม่มีสิ่งกีดขวาง
- มีเส้นทางไปสู่ทางหนีไฟทั้งหมด 4 เส้นทาง

#### ห้องตรวจโรคทั่วไป

- มีเก้าอี้สำหรับนั่งรอพบแพทย์ จำนวน 60 ตัว และมีจำนวนห้องรอตรวจจำนวน 4 ห้อง มีจำนวนคนเฉลี่ยรวมพนักงานและแพทย์จำนวน 85 คน

- มีเส้นทางไปสู่ทางหนีไฟ 2 เส้นทาง

#### ห้องเจาะเลือด ตรวจปัสสาวะ

- เป็นห้องกระจกมีเส้นทางเข้าออก 2 ด้าน มีจำนวนคนเฉลี่ยรวมพนักงานและแพทย์ จำนวน 18 คน

- มี Fire hose บริเวณหน้าห้อง

#### ห้องตรวจออร์โธปิดิกส์ กระดูกและข้อ

- มีห้องตรวจทั้งหมด 6 ห้อง จำนวนคนเฉลี่ยรวมพนักงานและแพทย์ จำนวน 30 คน

- มีถึงดับเพลิงเคลื่อนที่จำนวน 1 ถัง

- มี Fire hose บริเวณหน้าห้อง

- มีแผนผังแสดงการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้

- ภายในห้องมีการปรับปรุงโดยใช้ไม้อัดในการตกแต่ง ซึ่งอาจจะเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีได้เมื่อเกิดเพลิงไหม้

#### ห้องตรวจศัลยกรรม

- ภายในมีเก้าอี้ที่ใช้ในการนั่งรอพบแพทย์ จำนวน 70 ตัว และมีห้องตรวจจำนวน 8 ห้อง ห้องเสริมอีก 4 ห้อง จำนวนคนเฉลี่ยรวมพนักงานและแพทย์ จำนวน 60 คน

- มีแผนผังแสดงการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้

#### ห้องตรวจทันตกรรม

- ภายในมีเก้าอี้ที่ใช้ในการนั่งรอพบแพทย์ จำนวน 40 ตัว ห้องตรวจจำนวน 12 ห้อง
- จำนวนคนเฉลี่ยรวมพนักงานและแพทย์จำนวน 50 คน
- มีแผนผังแสดงการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้

#### ห้องตรวจ หู คอ จมูก

- ภายในมีเก้าอี้ที่ใช้ในการนั่งรอพบแพทย์ จำนวน 80 ตัว ห้องตรวจจำนวน 12 ห้อง
- ภายในมี Corridor แคบมากมีเก้าอี้ขวางกั้น

#### ห้องตรวจตา

- ภายในมีเก้าอี้ที่ใช้ในการนั่งรอพบแพทย์ จำนวน 80 ตัว ห้องตรวจจำนวน 9 ห้อง จำนวนคนเฉลี่ยรวมพนักงานและแพทย์จำนวน 150 คน
- คนส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ และมีปัญหาทางด้านสายตา
- มี Corridor ที่แคบ
- มี heat detector

#### ห้องเวชระเบียนชั้น 2

- ใช้ในการเก็บเอกสารผู้ป่วยทั้งหมด ภายในห้องส่วนใหญ่เป็นกระดาษ
- ประตูเข้าออก มีเพียงประตูเดียว และเป็นประตูแบบอีเล็กทรอนิกส์ เฉพาะพนักงานเท่านั้นที่เข้าออกได้
- มี Smoke detector ภายในห้อง

#### กองรังสีกรรม

- มีแผนผังแสดงการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้
- มีกริ่งสัญญาณ
- มีอุปกรณ์ดับเพลิงเคลื่อนที่ จำนวน 1 ถัง
- จำนวนคนเฉลี่ย 32 คน

#### โถงกลาง

- เป็นศูนย์รวมของคนทีรอประวัติ และรอรับยา
- เป็นโถงปิดสูง ไปสู่ชั้น 3
- มีคนหนาแน่น

### ร้านค้า

- มีการขายสินค้า ภายในห้องกระจก มีทางเดิน Corridor ภายในร้านค้า กว้าง 1.2 เมตร

การตรวจประเมินตามหลักวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยในชั้น 2 ประกอบไปด้วย

1. บริเวณชั้น 2 เป็นสถานที่ที่มีคนจำนวนมากสุด คนส่วนใหญ่เป็นบุคคลที่เจ็บป่วย สตรี เด็กและผู้สูงอายุ ที่ไม่รู้เส้นทางหนีไฟภายใน โรงพยาบาล แผนผังอาคารของชั้น 2 มีการบอก รายละเอียดของตำแหน่งของทุกห้องอย่างชัดเจน แต่ไม่มีส่วนประกอบของตำแหน่งที่ติดตั้งตู้ฉีดน้ำดับเพลิงหรือหัวสายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ดับเพลิงอื่นๆไว้
2. ช่องทางเดินไปสู่ประตูหนีไฟ กว้าง 2 เมตร แต่มีเก้าอี้มาวางเพื่อนั่งรอพบแพทย์ จนบางจุด มีความแคบเพียง 0.6 เมตร เท่านั้น ไม่เป็นไปตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
3. แผนผังในการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ โดยมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล ไม่ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เสมอ
4. ห้องเวชระเบียน ใช้ในการเก็บเอกสารผู้ป่วยทั้งหมด ภายในห้องส่วนใหญ่เป็นกระดาษ มีประตูเข้าออก เพียงประตูเดียวและเป็นประตูแบบอิเล็กทรอนิกส์เข้าออกได้เฉพาะพนักงานเท่านั้น
5. ตำแหน่งถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ อยู่ในตำแหน่งที่เห็นไม่ชัดเจนและใช้งานไม่สะดวก ควรติดตั้งเครื่องดับเพลิงมือถือเพิ่มเติมในบางจุด ที่เห็นว่าไม่ปลอดภัยหรืออยู่ห่างจากเครื่องดับเพลิงเคลื่อนที่เดิมที่มีอยู่ไกลเกิน 45 เมตร

ชั้น 3 ประกอบไปด้วย

- แผนกทะเบียนและสถิติ ใช้ Smoke detector
- ศูนย์คอมพิวเตอร์ ใช้ halons ในการดับเพลิง
- กองอำนวยการและศูนย์รับบริจาค มี Fire alarm
- ห้องสมุด มี Smoke detector
- ห้องรับรองและห้องตรวจพิเศษ
- หน่วยตรวจพิเศษ
- หออภิบาลทารกแรกเกิด หน่วยโรคไต
- ห้องประชุมใหญ่

- ศูนย์วิทยบริการ
- เกือบทุกห้องมีแผนผังการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้
- มีถังดับเพลิงเคลื่อนที่ประจำห้องแต่ละห้อง

การตรวจประเมินตามหลักวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยในชั้น 3 ประกอบไปด้วย

1. ชั้น 3 ภายในห้องทุกห้องมีแผนผังการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ โดยมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล แต่ไม่มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เสมอ
2. ประตูโถงลิฟต์ไม่ได้เป็นประตูที่สามารถทนไฟได้ และมีการเปิดทิ้งไว้ตลอดเวลา เพราะขณะเกิดเพลิงไหม้อาจทำให้ควันไฟเข้ามาในโถงลิฟต์และบันไดที่โถงลิฟต์
3. ตำแหน่งถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ อยู่ในตำแหน่งที่เห็นไม่ชัดเจนและใช้งานไม่สะดวก ควรติดตั้งเครื่องดับเพลิงมือถือเพิ่มเติมในบางจุด ที่เห็นว่าไม่ปลอดภัยหรืออยู่ห่างจากเครื่องดับเพลิงเคลื่อนที่เดิมที่มีอยู่ใกล้เคียง 45 เมตร
4. ไม่มีการบำรุงรักษาเกี่ยวกับ Smoke detector และ Fire alarm เนื่องจากปัจจุบันไม่มีหน่วยงานในการสำรวจการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย ทำให้อุปกรณ์บางส่วนเสียหายชำรุด และยังไม่ได้รับการแก้ไข

ชั้น 4 ประกอบไปด้วย

- เป็นลานจอดรถยนต์ มีการจอดรถได้ประมาณ 220 คัน ชั้น 4 นี้เป็นชั้นที่ใช้ในการขนย้ายผู้ป่วยถ้าเกิดเหตุเพลิงไหม้ จากชั้น 5 – ชั้น 12
- เป็นชั้นเริ่มต้นของการขนย้ายผู้ป่วยทางราบ สามารถขนย้ายผู้ป่วยมาจากชั้นบน ลงมายังชั้นที่ 4 ได้ และนักดับเพลิงสามารถใช้เส้นทางนี้ได้เช่นกัน ประตูหนีไฟทางราบกว้าง 2 เมตร
- ห้องทำงานทั้งหมดภายในชั้น 4 ใช้ในการทำงานด้านเอกสารของเจ้าหน้าที่แพทย์และพยาบาล ส่วนใหญ่จะเป็นกระดาษซึ่งเป็นเชื้อเพลิงอย่างดี จึงมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนเพิ่มในทุกๆห้อง



ภาพที่ 33 ทางหนีไฟทางราบ อาคารคุ้มเกล้าโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

ประกอบไปด้วย

- กองโสต ศอ นาสิกกรรม
- กองออร์โธปิดิกส์
- กองสูตินรีกรรม
- กองโรคผู้ป่วยนอก
- กองจักษุกรรม
- กองทันตกรรม
- กองอายุรกรรม
- กองศัลยกรรม
- ห้องสัมมนา
- ภายในชั้น 4 ทุกกองใช้เป็นห้องทำงาน สำหรับเจ้าหน้าที่
- มี Smoke detector ทุกห้อง
- ภายในห้องส่วนใหญ่เป็นกระดานหรือเอกสาร
- ประตุนิไฟจากชั้นที่ 12 จะลงมาสิ้นสุดในชั้นที่ 4 โดยจะเปิดออกมาสู่โรงจอดรถ

ภายนอกอาคาร

การตรวจประเมินตามหลักวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยในชั้น 4 ประกอบไปด้วย

1. ประตุนิไฟจากชั้นที่ 12 จะลงมาสิ้นสุดในชั้นที่ 4 โดยจะเปิดออกสู่โรงจอดรถภายนอกอาคารทั้ง 4 มุมของตึก บางประตูมีการปิดประตูใส่กุญแจ หรือมีสิ่งกีดขวางบริเวณประตู
2. ชั้น 4 เป็นชั้นแรกที่เริ่มมีประตุนิไฟทางราบ จนถึงชั้นที่ 12 ซึ่งมีคุณสมบัติเดียวกับทางหนีไฟปกติ จากการสำรวจพบว่าทุกชั้นจะเปิดประตูทางหนีไฟทางราบไว้ตลอดเวลา
3. ประตุนิไฟทางราบไม่มีระบบอัดอากาศ ซึ่งถ้าเกิดเหตุเพลิงไหม้ขณะอพยพจะมีควันเข้ามาในทางหนีไฟทางราบได้ ประตุนิไฟทางราบมีความจำเป็นสำหรับการอพยพคนไข้ของทางโรงพยาบาลที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้
4. ไม่มีการบำรุงรักษาเกี่ยวกับ Smoke detector และ Fire alarm อยู่เสมอ เนื่องจากปัจจุบันไม่มีหน่วยงานในการสำรวจการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย ทำให้อุปกรณ์บางส่วนเสียหายชำรุดและยังไม่ได้รับการแก้ไข

ชั้น 5 หอผู้ป่วยออร์โธปิดิกส์

- แบ่งเป็นห้องผู้ป่วยรวม มีด้วยกัน 6 เตียง จำนวน 5 ห้อง
- ห้องพิเศษจำนวน 4 ห้อง ห้องละ 3 เตียง
- ห้องพิเศษจำนวน 5 ห้อง ห้องละ 5 เตียง

หอผู้ป่วยศัลยกรรมอุบัติเหตุ

- ผู้ป่วยหนัก
- ผู้ป่วยสามัญ

หอผู้ป่วยศัลยกรรมกระดูก

- มี 4 ห้อง ห้องละ 5 เตียง
- มีแผนผังแสดงการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้
- ผู้ป่วยส่วนใหญ่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ เป็นผู้ป่วยนอนค้างคืน
- มีการ Lock ประตูเส้นทางหนีไฟ โดยทำประตูใหม่ และใส่กุญแจด้วย
- มีเจ้าหน้าที่เข้าเวรตลอด 24 ชม.
- มีถังดับเพลิงเคลื่อนที่เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ และกริ่งสัญญาณ
- มีเตียงผู้ป่วยภายในชั้นนี้ประมาณ 100 เตียง

### ชั้น 6 ศัลยกรรมระบบทางเดินปัสสาวะ ศัลยกรรมเด็ก



ภาพที่ 34 แผนผังชั้น 6 อาคารคุ้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

- ภายในชั้นนี้มีการปรับปรุงห้องใหม่ทั้งหมด โดยการขนย้ายผู้ป่วยมาไว้ด้านนอก
- เพียงสำหรับผู้ป่วยชั้นนี้ประมาณ 100 เตียง เช่นเดียวกับชั้น 5
- มีแผนผังแสดงการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้
- ผู้ป่วยส่วนใหญ่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ เป็นผู้ป่วยนอนค้างคืน
- มีเจ้าหน้าที่เข้าเวรตลอด 24 ชม.
- มีถึงดับเพลิงเคลื่อนที่เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ และเครื่องสัญญาณ

### ชั้น 7 หอผู้ป่วยสูตินรีกรรม, หอทารกแรกเกิด, หอผู้ป่วยจักษุกรรม

- ผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง และเด็กแรกเกิด
- มีเจ้าหน้าที่เข้าเวรตลอด
- มีถึงดับเพลิงเคลื่อนที่เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้
- มีแผนผังแสดงการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้

### ชั้น 8 หอผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke Unit), หออายุรกรรมระบบหัวใจ RCU, หออประฐม

### ชั้น 9 หอผู้ป่วยกุมารเวชกรรม, หอผู้ป่วยสามัญรวมหญิง, โสต ศอ นาสิกกรรม

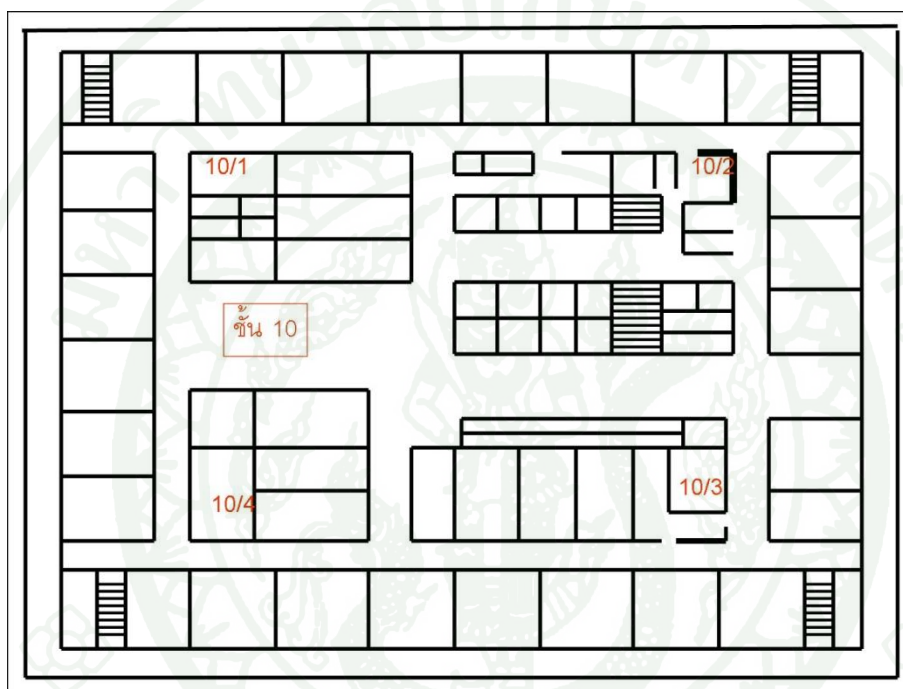
- จำนวนผู้ป่วยส่วนใหญ่ภายในชั้นนี้เป็นเด็ก
- มีแผนผังแสดงการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้
- มีถังดับเพลิงเคลื่อนที่เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ และกริ่งสัญญาณ

การตรวจประเมินตามหลักวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยในชั้น 5 - 9 ประกอบไปด้วย

1. โครงสร้างโดยรวมของชั้นที่ 5 – 9 มีลักษณะใกล้เคียงกันแต่ลักษณะการใช้งานเท่านั้นที่ไม่เหมือนกันบางชั้นอาจเป็นผู้สูงอายุ เด็ก หรือ บางชั้นเป็นผู้หญิงท้อง แต่ส่วนใหญ่ผู้ป่วยที่มารักษจะต้องนอนค้างคืน โดยป้ายสัญลักษณ์เส้นทางหนีไฟ ทางออกฉุกเฉิน บางจุดชำรุดแตกและไม่มีไฟทำให้การสังเกตเห็นไม่ชัดเจน บางจุดติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากสภาพภายในอาคารมีการดัดแปลง
2. ประตูโถงลิฟต์ของทุกชั้นทำด้วยกระจกใช้ในการแบ่งพื้นที่ของอาคาร และเปิดทิ้งไว้ตลอดเวลา
3. ถังดับเพลิงเคลื่อนที่ที่ติดตั้งไว้ภายในอาคารขาดการตรวจสอบการใช้งาน ควรมีการตรวจเช็คความดันและน้ำหนักรักษาทุกๆเดือน
4. แผนผังในการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ โดยมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล ควรปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เสมอเนื่องจากเจ้าหน้าที่บางคนอาจย้ายและไม่ได้อยู่แล้ว
5. ตำแหน่งถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ อยู่ในตำแหน่งที่เห็นไม่ชัดเจนและใช้งานไม่สะดวก ควรติดตั้งเครื่องดับเพลิงมือถือเพิ่มเติมในบางจุด ที่เห็นว่าไม่ปลอดภัยหรืออยู่ห่างจากเครื่องดับเพลิงเคลื่อนที่เดิมที่มีอยู่ไกลเกิน 45 เมตร
6. ประตูทางหนีไฟทางราบของทุกชั้นเปิดไว้ตลอดเวลา และไม่มีระบบอัดอากาศ
7. ตู้ฉีคน้ำดับเพลิงบางจุดมีสภาพชำรุดรวมถึงอุปกรณ์บางส่วนสูญหายไม่พร้อมที่จะใช้งาน เช่น สายดับเพลิงที่แตก หม้อจ่ายการใช้งานและชำรุด

### ชั้น 10 – 12 หอผู้ป่วยพิเศษ

- ภายในชั้น 10–12 เป็นชั้นของห้องผู้ป่วยพิเศษจำนวนคนไข้ ภายในชั้นนั้นๆ จะมีคนไข้ 36 คน
- มีแผนผังแสดงการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้
- ผู้ป่วยส่วนใหญ่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ เป็นผู้ป่วยนอนค้างคืน
- มีเจ้าหน้าที่เข้าเวรตลอด 24 ชม.
- มีถังดับเพลิงเคลื่อนที่เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ และเครื่องสัญญาณ



ภาพที่ 35 แผนผังชั้น 10 อาคารคุ้มเกล้าโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

การตรวจประเมินตามหลักวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยในชั้น 10 – 12 ประกอบไปด้วย

1. จำนวนคนไข้ภายในชั้น 10 – 12 มีจำนวนน้อยและมีพยาบาลพิเศษคอยดูแลตลอดเวลา การขนย้ายคนไข้เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ ควรปฏิบัติตามแผนการอพยพเคลื่อนย้ายผู้ป่วย
2. ประตูลิฟต์ของทุกชั้นควรทำด้วยประตูทนไฟ และไม่ควรเปิดทิ้งไว้ตลอดเวลา
3. ถังดับเพลิงเคลื่อนที่ที่ติดตั้งไว้ในอาคารขาดการตรวจสอบการใช้งาน ควรมีการตรวจเช็คความดันและน้ำหนักรักษาทุกๆเดือน

4. แผนผังในการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ โดยมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล ควรปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เสมอเนื่องจากเจ้าหน้าที่บางคนอาจย้ายและไม่ได้อยู่แล้ว

5. ถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ ควรอยู่ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนและสามารถใช้งานได้สะดวก ควรติดตั้งเครื่องดับเพลิงมือถือเพิ่มเติมในบางจุด ที่เห็นว่าไม่ปลอดภัยหรืออยู่ห่างจากเครื่องดับเพลิงเคลื่อนที่เดิมที่มีอยู่ไกลเกิน 45 เมตร

6. ตู้ฉีดน้ำดับเพลิงบางจุดมีสภาพชำรุดรวมถึงอุปกรณ์บางส่วนสูญหายไม่พร้อมที่จะใช้งาน เช่น สายดับเพลิงที่แตก หม้ออายุการใช้งานและชำรุด

การตรวจประเมินตามหลักวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยบริเวณรอบอาคาร ประกอบไปด้วย

1. การเข้าออกบริเวณอาคารคู้มเกล้า ฯ ถ้าเกิดเหตุเพลิงไหม้จะไม่สะดวก เนื่องจากมีรถของผู้มารับบริการและเจ้าหน้าที่จอดบริเวณ โดยรอบทำให้รถดับเพลิงเข้าออกยากมาก ๆ บางจุดมีความแคบของถนนต่ำกว่า 4 เมตร ไม่เป็นตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

2. บริเวณโดยรอบอาคารมีบางจุดเป็นจุดอับ รถดับเพลิงไม่สามารถที่จะผ่านไปได้นี้เนื่องจากการต่อเติมเชื่อมต่ออาคารขึ้นในภายหลัง ทำให้การดับเพลิงและช่วยเหลือคนภายในอาคารไม่ควบคุมทุกด้าน



ภาพที่ 36 บริเวณภายนอกอาคาร คู้มเกล้าโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

3. เนื่องจากอาคารคุ้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช เป็นอาคารเก่าที่มีการดัดแปลงตัวอาคารและห้องบางส่วน แต่ไม่มีแบบแปลนตัวอาคารและส่วนต่างๆสำหรับติด

การติดตั้งสารเคมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฉีดเฉพาะจุด ในห้องเครื่องยนต์ ประกอบไปด้วย

- ห้องเครื่องยนต์ โดยภายในห้องเครื่องยนต์มีขนาดห้อง กว้าง 38 เมตร ยาว 40 เมตร สูง 4 เมตร มีประตูใหญ่ทำด้วยเหล็กมีขนาด 2.2 เมตร สูง 1.9 เมตร และประตูเล็กที่ติดกับห้องควบคุมไฟฟ้า ทำด้วยเหล็กป้องกันไฟเป็นประตูเปิดปิดสองบาน กว้าง 1.5 เมตร สูง 1.9 เมตร ส่วนของเครื่องยนต์มีด้วยกันจำนวนสองเครื่องยนต์ แต่ละเครื่องนั้น สูง 2 เมตร กว้าง 1.5 เมตร ยาว 3.5 เมตร โดยมีถังน้ำมันสำรองสองถังที่ใช้สำหรับเครื่องยนต์แต่ละถัง กว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 2 เมตร บรรจุน้ำมันถึงละ 1300 ลิตร มีการป้องกันอัคคีภัยโดยใช้สารเคมีชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ ซีโอทู (Carbon dioxide) ฉีดเฉพาะจุด

- ปริมาณสารเคมีที่ซื้อมาได้ ใช้ฉีดเฉพาะเครื่องยนต์หนัก 250 กิโลกรัม

- ปริมาณสารเคมีที่ซื้อมาได้ ใช้ฉีดถังน้ำมันสำรองหนัก 120 กิโลกรัม

การตรวจประเมินการติดตั้งสารเคมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประกอบไปด้วย

1. ไม่มีแผ่นป้ายเตือนหรือข้อความที่บ่งบอกถึงสาร วันเดือน ปีที่ผลิต และวันเวลาในการบำรุงรักษาตรวจเช็ค พร้อมทั้งคำเตือนต่างๆ เมื่อสารเคมีฉีด

2. ตำแหน่งการติดตั้งถังไม่อยู่ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการบำรุงรักษาและเปลี่ยนถังได้โดยสะดวก

3. ไม่มีแบบแปลน (Layout Plan) การติดตั้งระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ภายในสถานที่ติดตั้ง



ภาพที่ 37 สารเคมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นีดเฉพาะจุดในห้องเครื่องยนต์

การติดตั้งสารสะอาด HFC-227ea แบบครอบคลุมทั้งห้อง(Total Flooding System) ในห้องควบคุมไฟฟ้า ประกอบไปด้วย

- ห้องควบคุมไฟฟ้า มีระบบป้องกันดับเพลิงอัตโนมัติ ด้วยสารเคมีซึ่งปัจจุบันได้ใช้สารเคมีชนิด HFC-227ea โดยมีปริมาณสารเท่ากับ 68 กิโลกรัม โดยมีหัวฉีดแก๊ส (Nozzle) จำนวนสองหัว
- ห้องควบคุมไฟฟ้ามีขนาดห้องกว้าง 10 เมตร ยาว 10 เมตร และสูง 3 เมตรพื้นที่ภายในห้องส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยตู้ควบคุมไฟฟ้าโดยมีประตูทางเข้าออกสองทาง ทำด้วยเหล็กป้องกันไฟ ห้องติดกับห้องเครื่องยนต์

การตรวจประเมินการติดตั้งสารสะอาด HFC-227ea ประกอบไปด้วย

1. ไม่มีแผ่นป้ายเตือนบริเวณภายในและภายนอกพื้นที่ติดตั้ง หรือข้อความที่บ่งบอกถึงสารวันเดือน ปีที่ผลิต และวันเวลาในการบำรุงรักษาตรวจเช็ค พร้อมทั้งคำเตือนต่างๆเมื่อสารเคมีฉีด
2. ตำแหน่งการติดตั้งถังไม่อยู่ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการบำรุงรักษาและเปลี่ยนถังได้โดยสะดวก

3. ตำแหน่งของหัวฉีด (Discharge Nozzle) อยู่ใกล้กับตู้ควบคุมไฟฟ้ามากจนอาจทำให้เมื่อมีการฉีดการแพร่กระจายของสารอาจไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด



ภาพที่ 38 สารสะอาด HFC-227ea แบบครอบคลุมทั้งห้องในห้องควบคุมไฟฟ้า

ระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ

- อยู่ชั้นบนสุดของอาคารใช้ในการอัดอากาศในเส้นทางหนีไฟโดยการอัดเข้าปล่องอัดอากาศก่อนแล้วค่อยระบายสู่บันได (Multiple-Point Injection) โดยการควบคุมการปิดเปิดอยู่ที่ห้องควบคุมบริเวณชั้นใต้ดิน เป็นการสั่งแบบใช้คนเปิดซึ่งปัจจุบันใช้งานได้ไม่สมบูรณ์ มีเสียงดังและขาดการบำรุงรักษาทำให้บริเวณชุดพัฒนาคัดอากาศมีฝุ่นหนา และไม่มีการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่หมดอายุ

- พัฒนาคัดอากาศมีการติดตั้งมาเป็นเวลานาน ไม่สามารถที่จะตรวจสอบขนาดปริมาณลมได้เนื่องจากข้อมูลสูญหาย

การตรวจประเมินระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ ประกอบไปด้วย

1. ไม่สามารถตรวจสอบปริมาณลมที่ใช้ภายในปล่องได้
2. ไม่มีการบำรุงรักษา ทำความสะอาด และเปลี่ยนอุปกรณ์ที่หมดอายุการใช้งาน
3. ช่องสำหรับปรับความดันเกิดการชำรุดเสียหาย
4. ส่วนประกอบทางไฟฟ้าและสายไฟฟ้าทั้งหมดไม่สามารถกันไฟได้ส่วนพัลลภควรต้องเป็นชนิดทนความร้อนและสามารถใช้งานได้ในสถานะอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

เครื่องสูบน้ำดับเพลิง ( Fire Pump) สำหรับอาคารกลุ่มเกล้า

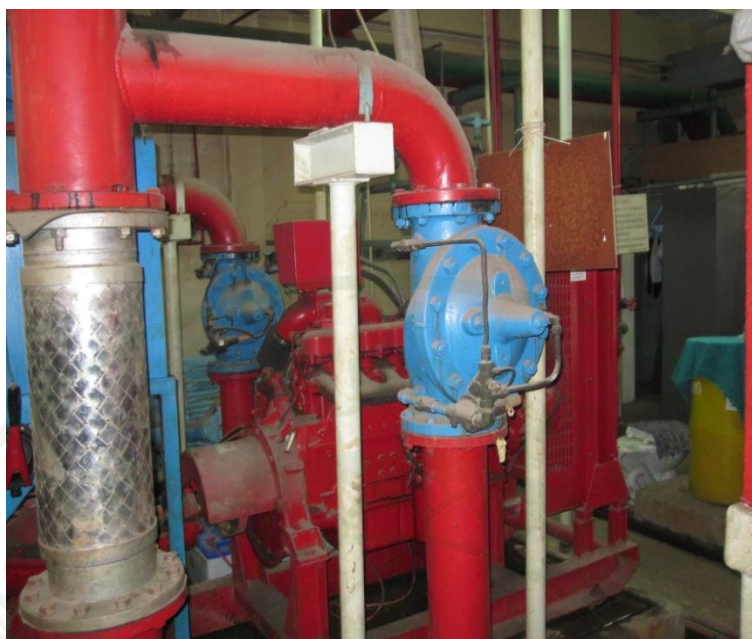
- ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ตั้งอยู่บริเวณด้านข้างของอาคารเป็นห้องโปร่ง ผนังเป็นอิฐและมีช่องระบายอากาศโดยรอบๆห้อง หลอดไฟฟ้าส่องสว่างชำรุด ไม่มีระบบไฟฟ้าฉุกเฉินภายในห้อง ประตูเปิดปิดโดยใช้กุญแจมีผู้ถือกุญแจเพียงสองคน ไม่มีเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ไม่มีระบบแจ้งเตือนอัคคีภัย รวมถึงขั้นตอนการทดสอบการทำงานและขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

- ประกอบไปด้วย ปั้มน้ำดับเพลิงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 150 แรงม้า ขนาด 850 แกลลอนต่อนาที สภาพโดยทั่วไปของปั้มน้ำดับเพลิงและมอเตอร์ มีสนิมและไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องมาเป็นเวลานาน

- ปั้มน้ำดับเพลิงขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ขนาด 165 แรงม้า ขนาด 875 แกลลอนต่อนาที สภาพโดยทั่วไปของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและชิ้นส่วนประกอบ มีสนิมและผุกร่อน รวมถึงไม่มีการดูแลบำรุงรักษาแบตเตอรี่ มีน้ำมันสำหรับติดเครื่องยนต์เพียงเล็กน้อย

- ปั้มน้ำดับเพลิงรักษาความดัน (Jockey Pump) ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 4 แรงม้า ทำงานโดยอัตโนมัติ เพื่อทำหน้าที่สูบน้ำให้เต็มท่อทั้งระบบตลอดเวลาด้วยแรงดันระหว่าง 90 – 100 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เมื่อแรงดันสูงกว่า 100 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว จะหยุดการทำงาน

- โดยหลักการทำงานถ้าระบบไฟฟ้าไม่ทำงานจะใช้ปั้มเครื่องยนต์ดีเซลทำงานแทนได้ทันที ปั้มน้ำทั้งสองระบบใช้งานแทนกันได้ด้วยท่อเมนขนาด 8 นิ้ว



ภาพที่ 39 เครื่องสูบน้ำดับเพลิง ( Fire Pump) สำหรับอาคารคู้มเกล้า

- แหล่งจ่ายน้ำสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงอยู่บริเวณใต้ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงโดยใช้ร่วมกับแหล่งน้ำใช้ในอาคาร มีปริมาณสูงสุด 2,200 ลูกบาศก์เมตร ส่วนน้ำมันสำรองสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลมีขนาด 100 ลิตร

การตรวจประเมินการติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ( Fire Pump) ประกอบไปด้วย

1. ไม่สามารถตรวจสอบ Performance Curve ของ Fire Pump ได้ เนื่องจากเกิดการสูญหายและขาดการบำรุงรักษา
2. จากการตรวจสอบพบว่าไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำดับเพลิง อุปกรณ์บางชนิดเสียหายยังไม่ได้รับการแก้ไข เช่น เกจวัดความดัน
3. ถังน้ำมันสำรองมีปริมาณน้ำมันเพียงเล็กน้อยไม่เพียงพอที่จะจ่ายน้ำได้นาน 30 นาที
4. ไม่มีระบบดับเพลิง หรือระบบแจ้งเตือนภายในห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง มีคนดูแลที่สามารถเปิดกุญแจดูห้องเครื่องดับเพลิงได้เพียงสองคนเท่านั้น

## แนวทางการปรับปรุงชั้นใต้ดิน

1. ประตุนไฟที่ติดตั้งภายในห้องควบคุมไฟฟ้า เปิดทิ้งไว้ตลอดเวลา ต้องติดตั้งอุปกรณ์ดึงหรือผลักบานประตูให้กลับมาอยู่ในตำแหน่งปิดอย่างสนิทได้เองโดยอัตโนมัติ ตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
2. ตู้ฉนวนน้ำดับเพลิงบางจุดมีสภาพชำรุดรวมถึงอุปกรณ์บางส่วนสูญหายไม่พร้อมที่จะใช้งานควรทำการเปลี่ยนใหม่ เช่น สายดับเพลิงแตก หมกอายุการใช้งานและควรทำการตรวจเช็คตู้ฉนวนน้ำดับเพลิงของทุกๆชั้นให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และควรทำการจดบันทึกไว้เพื่อเป็นหลักฐานด้วย
3. ป้ายสัญลักษณ์เส้นทางหนีไฟ ทางออกฉุกเฉิน บางจุดชำรุดแตกและไม่มีไฟทำให้การสังเกตเห็นไม่ชัดเจน บางจุดติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากสภาพภายในอาคารมีการดัดแปลงการปรับปรุงให้มีไฟแสงสว่างให้เห็นได้ชัดเจนตลอดเวลาทั้งภาวะปกติและภาวะฉุกเฉิน ส่วนบางจุดที่ดัดแปลงไปแล้วควรถอดป้ายออกเพื่อป้องกันการสับสนควรทำการตรวจสอบป้ายสัญลักษณ์เส้นทางหนีไฟของทุกๆชั้นให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ
4. ศูนย์สั่งการดับเพลิงและควบคุมสัญญาณแจ้งเตือน ของทั้งอาคารกุ่มเกล้า จะอยู่ที่ชั้นใต้ดินเป็นที่เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการป้องกันเหตุเพลิงไหม้และใช้ควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ระบบต่างทั้งหมด เช่น ระบบอัดอากาศ ระบบแจ้งเตือน ดังนั้นในห้องสั่งการและควบคุมซึ่งเป็นห้องที่มีความสำคัญ แต่เป็นห้องที่ไม่ปิดล้อมด้วยวัสดุทนไฟควรเปลี่ยนเป็นห้องที่สามารถทนไฟได้ โดยการเปลี่ยนประตูกระจกและช่องทางเปิดให้สามารถทนไฟได้ ควรมีเจ้าหน้าที่เข้าเวรอยู่ตลอด 24 ชั่วโมง

## แนวทางการปรับปรุง ชั้น 1

1. ช่องทางเดินไปสู่ประตูหนีไฟ มีการวางอุปกรณ์ทางการแพทย์ รถเข็น เตียงนอนสำหรับผู้ป่วย กีดขวางช่องทางไปสู่ประตูหนีไฟ ต้องจัดให้มีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.9 เมตร ไม่เป็นไปตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
2. มีการวางสิ่งกีดขวางประตูหนีไฟอาจจะทำให้มีผลกระทบกับเวลาในการอพยพหนีไฟ ประตูหนีไฟจะต้องมีคุณลักษณะที่สามารถใช้ได้โดยสะดวกและพร้อมใช้ได้ทุกเวลาในกรณีฉุกเฉินจากคนที่อยู่ภายในห้องหรืออาคารเพื่ออพยพไปสู่พื้นที่ปลอดภัยโดยเร็วที่สุดและไม่ติดขัด

3. ต้องทำแผนผังอาคารของชั้น 1 ตรวจสอบเครื่องหมาย ไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน ป้ายบอกชั้น ไฟส่องสว่างฉุกเฉินอย่างละเอียด และทำการแก้ไขให้มีครบถ้วน สามารถใช้งานได้ ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

4. ถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ ควรอยู่ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนและสามารถใช้งานได้สะดวก ควรติดตั้งเครื่องดับเพลิงมือถือเพิ่มเติมในบางจุด ที่เห็นว่าไม่ปลอดภัยหรืออยู่ห่างจากเครื่องดับเพลิงเคลื่อนที่เดิมที่มีอยู่ไกลเกิน 45 เมตร แต่ไม่น้อยกว่าชั้นละ 1 เครื่อง ส่วนการติดตั้งให้ส่วนบนสุดของตัวเครื่องสูงจากระดับพื้นอาคารไม่เกิน 1.5 เมตร ในการมองเห็นสามารถอ่านคำแนะนำการใช้ได้ สามารถนำไปใช้งานได้โดยสะดวก และต้องอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ (กฎกระทรวงฉบับที่ 39 หมวด 1 ข้อ 3) โดยทำการตรวจสอบตำแหน่งถังดับเพลิงทุกๆชั้นให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน

## แนวทางการปรับปรุง ชั้น 2

1. บริเวณชั้น 2 เป็นสถานที่ที่มีคนจำนวนมากสุด แผนผังของอาคารต้องมีการบอกรายละเอียดของตำแหน่งห้องทุกห้อง ตำแหน่งที่ติดตั้งตู้ฉีดน้ำดับเพลิง หัวสายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ดับเพลิงอื่นๆด้วย(กฎกระทรวงฉบับที่ 47 ข้อ 5 (2))

2. ช่องทางเดินไปสู่ประตูหนีไฟ กว้าง 2 เมตร แต่มีเก้าอี้มาวางเพื่อนั่งรอแพทย์ จนบางจุดมีความแคบเพียง 0.6 เมตร เท่านั้น ต้องจัดให้มีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.9 เมตร ตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

3. แผนผังในการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ โดยมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล ต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เสมอเนื่องจากเจ้าหน้าที่บางคนอาจย้ายและไม่ได้อยู่แล้ว

4. ห้องพระเบี่ยน ใช้ในการเก็บเอกสารผู้ป่วยทั้งหมด ภายในห้องส่วนใหญ่เป็นกระดาษ มีประตูเข้าออก เพียงประตูเดียวและเป็นประตูแบบอิเล็กทรอนิกส์เข้าออกได้เฉพาะพนักงานเท่านั้น ภายในห้องมี Smoke detector แต่ถ้าเมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้นการอพยพหนีไฟภายในห้องอาจล่าช้าเนื่องจากมีประตูออกเพียงประตูเดียว ควรทำประตูสำรองฉุกเฉินเพิ่มเติม

### แนวทางการปรับปรุง ชั้น 3

1. ชั้น 3 ภายในห้องทุกห้องมีแผนผังการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ โดยมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล ควรมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เสมอ เนื่องจากเจ้าหน้าที่บางคนอาจย้ายและไม่ได้อยู่แล้ว แผนผังการขนย้ายจะช่วยให้แต่ละคนรู้หน้าที่ความรับผิดชอบในขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้

2. ประตูโถงลิฟต์ควรเป็นประตูที่สามารถทนไฟได้ และไม่ควรเปิดทิ้งไว้ตลอดเวลา เพราะขณะเกิดเพลิงไหม้อาจทำให้ควันไฟเข้ามาใน โถงลิฟต์และบันไดที่โถงลิฟต์ได้

3. ควรมีการบำรุงรักษาเกี่ยวกับ Smoke detector และ Fire alarm อยู่เสมอ เนื่องจากปัจจุบันไม่มีหน่วยงานในการสำรวจการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย ทำให้อุปกรณ์บางส่วนเสียหายชำรุดและยังไม่ได้รับการแก้ไข

### แนวทางการปรับปรุง ชั้น 4

1. ประตูหนีไฟจากชั้นที่ 12 จะลงมาสิ้นสุดในชั้นที่ 4 โดยจะเปิดออกสู่โรงจอดรถภายนอกอาคารทั้ง 4 มุม ของตึก ประตูทุกประตูไม่ควรใส่กุญแจ หรือมีสิ่งกีดขวางบริเวณประตู และมีความกว้างไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร ลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร และลูกตั้งสูงไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีชานพักไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร และมีราวบันไดอย่างน้อย 1 ด้าน ตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

2. ชั้น 4 เป็นชั้นแรกที่เริ่มมีประตูหนีไฟทางราบ จนถึงชั้นที่ 12 ซึ่งมีคุณสมบัติเดียวกับทางหนีไฟปกติ จากการสำรวจพบว่าทุกชั้นจะเปิดประตูทางหนีไฟทางราบไว้ตลอดเวลา ซึ่งไม่เหมาะสม ควรจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สามารถปิดประตูได้เองอัตโนมัติ (Automatic Self-closing Device) และผนังจะต้องเป็นกระจกที่สามารถทนไฟด้วย จากการตรวจสอบพบว่าผนังทำด้วยกระจกธรรมดา นั้นจะไม่เข้าหลักการ ทางหนีไฟทางราบ ตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

3. ประตูหนีไฟทางราบไม่มีระบบอัดอากาศ ควรมีการติดตั้งระบบอัดอากาศในการควบคุมควันเพิ่มเติม เนื่องจากประตูหนีไฟทางราบมีความจำเป็นสำหรับการอพยพคนไข้ของทางโรงพยาบาลที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้

4. ควรมีการบำรุงรักษาเกี่ยวกับ Smoke detector และ Fire alarm อยู่เสมอ เนื่องจากปัจจุบันไม่มีหน่วยงานในการสำรวจการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย ทำให้อุปกรณ์บางส่วนเสียหายชำรุดและยังไม่ได้รับการแก้ไข

#### แนวทางการปรับปรุง ชั้น 5 – 9

1. ประตูลิฟต์ของทุกชั้นควรทำด้วยประตูทนไฟ และไม่ควรเปิดทิ้งไว้ตลอดเวลา โดยมีข้อความเตือน ปิดประตูทุกครั้งเมื่อใช้เสร็จ
2. ถังดับเพลิงเคลื่อนที่ที่ติดตั้งไว้ในอาคารขาดการตรวจสอบการใช้งาน ต้องมีการตรวจเช็คความดันและน้ำหนักรักษาทุกๆ เดือน
3. แผนผังในการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ โดยมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล ต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เสมอเนื่องจากเจ้าหน้าที่บางคนอาจย้ายและไม่ได้อยู่แล้ว

#### แนวทางการปรับปรุง ชั้น 10 – 12

1. ประตูลิฟต์ของทุกชั้นควรทำด้วยประตูทนไฟ และไม่ควรเปิดทิ้งไว้ตลอดเวลา โดยมีข้อความเตือน ปิดประตูทุกครั้งเมื่อใช้เสร็จ
2. ถังดับเพลิงเคลื่อนที่ที่ติดตั้งไว้ในอาคารขาดการตรวจสอบการใช้งาน ควรมีการตรวจเช็คความดันและน้ำหนักรักษาทุกๆ เดือน
3. แผนผังในการขนย้ายเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ โดยมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล ต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เสมอเนื่องจากเจ้าหน้าที่บางคนอาจย้ายและไม่ได้อยู่แล้ว

#### แนวทางการปรับปรุงบริเวณรอบอาคาร

1. ต้องเสนอแผนการอพยพหนีไฟบริเวณ อาคารกลุ่มเกล้า เพื่อระดับเพลิงต้องเข้าออกได้สะดวกโดยทางเข้าออกจะต้องไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งแคบน้อยกว่า 6 เมตรและส่วนเหนือการเข้าออกจะต้องไม่มีอุปสรรค หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารที่ต่ำกว่า 5 เมตร และเตรียมบริเวณที่จอด

รดับเพลิงไว้โดยที่จอร์ดับเพลิงจะต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 9 เมตร และ ความยาวไม่น้อยกว่า 18 เมตร อยู่ห่างจากอาคาร ไม่น้อยกว่า 6 เมตร และไกลไม่เกิน 18 เมตร โดยวัดจากกึ่งกลางของรดับเพลิง

2. บริเวณโดยรอบอาคารมีบางจุดเป็นจุดอับ ควรเพิ่มเส้นทางในการเข้าออกเพิ่มเติม หรือหาตำแหน่งสำหรับจอร์ดับเพลิงให้ใกล้จุดอับมากที่สุด หรือทำการปรับปรุงบันไดระหว่างตึกให้มีความสูงไม่ต่ำกว่า 5 เมตร เพื่อให้รดับเพลิงสามารถเข้าได้

3. ต้องจัดทำแปลนตัวอาคารให้ทันสมัยอยู่เสมอ

แนวทางการปรับปรุงการติดตั้งสารเคมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1. การติดตั้งสารเคมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต้องมีแผ่นป้ายคำเตือนในทุกพื้นที่ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ บ่งบอกถึงสาร วันเดือน ปีที่ผลิต และวันเวลาในการบำรุงรักษาตรวจเช็ค หรือข้อความที่เป็นความรู้เกี่ยวกับสาร โดยสัญญาณจะเตือนการฉีกฉนวนหน้าจะต้องมีเสียงดังมากกว่าอย่างน้อย 15 เดซิเบล ของระบบเสียงรบกวนรอบข้างพื้นที่ หรือมากกว่าอย่างน้อย 5 เดซิเบล ของระบบเสียงรอบข้างที่ดังที่สุดโดยกำหนดให้เลือกใช้ค่าของระดับเสียงที่ดังที่สุด ซึ่งจะต้องทำการวัดระดับเสียงที่ระดับสูงจากพื้น 1.5 เมตร สัญญาณเตือนการฉีกฉนวนหน้าจะต้องมีระดับเสียงไม่เกิน 120 เดซิเบล ที่ตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดในการได้ยินเสียง และจะต้องมีระดับเสียงไม่น้อยกว่า 90 เดซิเบล ที่ระยะห่าง 3 เมตร

2. ตำแหน่งการติดตั้งถังต้องอยู่ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการบำรุงรักษาให้มีความพร้อมในการใช้งานได้ตลอดเวลา โดยอย่างน้อยทุกๆ 1 ปี จะต้องมีการตรวจสอบระบบและอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด สำหรับถังบรรจุก๊าซจะต้องมีการตรวจสอบน้ำหนักบรรจุภายในถังทุกๆ 6 เดือน และถ้าถังบรรจุก๊าซนั้นมีน้ำหนักลดลงมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักก๊าซสุทธิ จะต้องเติมก๊าซใหม่หรือเปลี่ยนถังสำรองทันที

3. ต้องแสดงแบบแปลน (Layout Plan) การติดตั้งระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ให้สามารถเห็นได้ชัดเจน

4. ปริมาณสารที่ใช้ไม่เพียงพอต้องเพิ่มปริมาณให้มีอย่างน้อยเท่ากับรายการคำนวณ ตามผนวก ก

### แนวทางการปรับปรุงการติดตั้งสารสะอาด HFC-227ea

1. ตำแหน่งการติดตั้งถังให้อยู่ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการบำรุงรักษาและเปลี่ยนถังได้โดยสะดวก

2. ควรมีการปรับปรุงห้องโดยการจัดตู้ควบคุมไฟฟ้าให้ตำแหน่งของหัวฉีด(Discharge Nozzle)สามารถฉีดสารได้แพร่กระจายทั่วห้องครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด

3. ปริมาณสารที่ใช้ไม่เพียงพอต้องเพิ่มปริมาณให้มีอย่างน้อยเท่ากับรายการคำนวณ ตามผนวก ก

### การปรับปรุงระบบอัดอากาศ

1. ควรมีการบำรุงรักษา ทำความสะอาด และเปลี่ยนอุปกรณ์ที่หมดอายุการใช้งานให้กลับมาใช้งานได้สมบูรณ์

2. ทำการปรับปรุง ช่องสำหรับปรับความดันที่เกิดการชำรุดเสียหายให้อยู่ในสภาพดี

3. ส่วนประกอบทางไฟฟ้าและสายไฟฟ้าทั้งหมดให้สามารถกันไฟได้ส่วนพัฒมควรต้องเป็นชนิดทนความร้อนและสามารถใช้งานได้ในสภาวะอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

4. ปริมาณ พัฒมควรให้เหมาะสมในการใช้งานโดยสามารถคิดรายการคำนวณพัฒมอัดอากาศของอาคารตามภาคผนวก ข

### การปรับปรุงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ( Fire Pump)

1. ต้องมีการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำดับเพลิงประจำปี ปีละ 1 ครั้ง โดยจะได้รู้ถึง Performance Curve ของ Fire Pump ว่าเพียงพอต่อการที่จะสามารถดับไฟหรือไม่ และทำการตรวจสอบและเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เกิดการชำรุดเสียหายให้กลับมาใช้งานได้ และต้องอัดไขแกนเพลลาเป็นเป็นประจำอยู่เสมอเพื่อเพิ่มอายุการใช้งาน ควรจัดเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ดูแลรักษาเครื่องสูบน้ำเพื่อทำหน้าที่เดินเครื่องสูบน้ำดับเพลิง และอุปกรณ์เป็นประจำ พร้อมทั้งคอยตรวจสอบและซ่อมบำรุงตามความจำเป็น

2. ถังน้ำมันสำรองควรมีน้ำมันเพียงพอที่จะจ่ายน้ำได้ไม่น้อยกว่า 30 นาที

3. ภายในห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงควรมีระบบแจ้งเตือน หรือสารดับเพลิงเคลื่อนที่ไว้ในกรณีฉุกเฉิน และมีผู้รับผิดชอบ หรือ เวิร์กในการเปิดประตูได้ตลอดเวลาที่มีเหตุการณ์

4. ควรทำการเดินเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเป็นประจำทุกๆสัปดาห์ ๆ ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที

การหาเวลาในการอพยพหนีไฟ

วิธีนับความจุของผู้ใช้อาคารมีด้วยกัน 2 แบบ คือน

1. นับจำนวนคนที่มาใช้ตึกจริงๆ
2. ใช้ในการคำนวณ

แล้วนำมาเปรียบเทียบกับหลักวิศวกรรมเพื่อความปลอดภัยจะใช้ค่าจำนวนผู้ที่ใช้อาคารที่มากที่สุด มาคิดหาเวลาในการอพยพหนีไฟ

การหาเวลาในการอพยพจากชั้นที่ 12 ถึง ชั้น 4 ของอาคารคุ่มเกล้า

- จากการสำรวจอาคาร โดยนับจำนวนผู้ใช้อาคารจริงของชั้น 4 – 12 นั้น มีผู้ใช้อาคารของแต่ละชั้นจำนวน 150 คน

- จากภาคผนวก ค การคำนวณจำนวนผู้ใช้อาคารและจำนวนเวลาในการอพยพหนีไฟ

โดยการนำเอาเวลาที่ได้มาเป็นส่วนหนึ่งของการซ้อมแผนอพยพให้ได้ โดยการจับเวลาที่มีการอพยพหนีไฟออกจากอาคารโดยจับเวลาคนสุดท้ายที่ออกจากตึกให้ใกล้เคียงกับการคำนวณ

แผนอพยพหนีไฟเบื้องต้นสำหรับอาคารคุ่มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพล

1. เมื่อตรวจพบว่ามีเกิดการเกิดอัคคีภัยขึ้นภายในอาคาร เจ้าหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับอัคคีภัยหรือบุคคลที่อยู่ใกล้จุดเกิดเหตุที่สุดทำการดับเพลิงเบื้องต้นโดยการดับด้วยอุปกรณ์ดับเพลิงแบบมือถือโดยสารดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ ผงเคมีแห้ง และ สารสะอาดดับเพลิงแล้วแต่ประเภทของเชื้อเพลิง

2. ถ้าไม่สามารถควบคุมไฟได้ ให้เจ้าหน้าที่ทำการแจ้งศูนย์สั่งการดับเพลิงและควบคุมสัญญาณแจ้งเตือน ผู้บังคับบัญชา และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทราบ ทำการตัดกระแสไฟฟ้าและใช้ระบบไฟฟ้าสำรอง คัดกรองผู้ป่วยและสิ่งของเตรียมอพยพ

3. ศูนย์สั่งการดับเพลิงทำหน้าที่แจ้งผู้อาศัยภายในตึกทราบว่า มีเหตุเพลิงไหม้และทำการแจ้งเตือนไปยังหน่วยที่เกี่ยวข้อง เช่น กองดับเพลิงกรมช่างโยธาทหารอากาศ สถานีดับเพลิงบางเขน กรมขนส่งทหารอากาศ หน่วยรักษาความปลอดภัยโรงพยาบาลภูมิพล กำกับดูแลสั่งการสำหรับรถเข้า-ออก ในพื้นที่ฉุกเฉิน

4. ทำการอพยพผู้ป่วยและสิ่งของโดยมีการคัดกรองผู้ป่วย ผู้ป่วยที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ให้ใช้ประตูหนีไฟทางราบ ส่วนการขนย้ายสิ่งของให้ลงบันไดหนีไฟที่ใกล้ที่สุดมายังจุดรวมพลที่ปลอดภัย เปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

### วิจารณ์

จากการสำรวจ อาคารคุ้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชซึ่งเป็นอาคารที่ใช้ในการรักษาพยาบาลของประชาชนและข้าราชการกองทัพอากาศ เป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษมีคนมาใช้ภายในตึกจำนวนมากและยังได้รับการยกเว้นไม่ต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ทำให้ข้อมูลประวัติการบำรุงรักษา หรือแปลนอาคารต่างๆของตึกอาจเกิดการชำรุดเสียหายเนื่องจากเป็นตึกเก่าและส่วนที่เกี่ยวข้องอาจละเลยไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานต่างๆ จากการสำรวจอาคาร คุ้มเกล้า ในบ้างห้องหรือในบางส่วนของอาคารอาจสำรวจได้ไม่ครบถ้วนเนื่องจากเป็นเหตุหวงห้ามทำให้การวิจัยอาจไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร ส่วนในเรื่องงบประมาณในการบำรุงรักษาระบบดับเพลิง ระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยต่างๆ ยังต้องดำเนินการตามงบประมาณที่กองทัพอากาศได้รับจากรัฐบาลตามความสำคัญตามภารกิจต่างๆ ซึ่งอาจทำให้ล่าช้า และอาจไม่มีการบำรุงรักษาที่ดีเท่าที่ควร

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการสำรวจอาคารและประเมินความเสี่ยงของอาคารโดยใช้ใช้มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์พร้อมทั้งกฎหมายควบคุมอาคารที่เกี่ยวข้องรวมถึงมาตรฐาน NFPA ทำการสำรวจอาคาร คุ่มเกล้าโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ซึ่งเป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษ จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากหน่วยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ข้อมูลอาจไม่สมบูรณ์เนื่องจากเป็นอาคารเก่าและเอกสารบางส่วนอาจชำรุดสูญหายไปบ้าง ข้อมูลบางส่วนจึงได้มาจากการสำรวจพื้นที่จริงผลการสำรวจแสดงให้เห็นถึงความไม่ปลอดภัยของอาคาร อันเนื่องมาจากข้อบกพร่องในระบบอำนวยความสะดวก เช่น ระบบป้องกันอัคคีภัย ระบบดับเพลิง ด้วยน้ำที่ทำงานได้ไม่สมบูรณ์ หรือระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยอัตโนมัติที่เสียบางจุดไม่มีการบำรุงรักษา ประจำเดือน และประจำปี ผลการสำรวจในครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพิจารณาซ่อมบำรุงระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันอัคคีภัยและยังเป็นเป็นกรณีศึกษาสามารถใช้กับอาคารที่มีลักษณะเดียวกันให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายเพื่อยกระดับความปลอดภัยของอาคารและผู้อยู่อาศัยอาคารให้ปลอดภัยมากขึ้น

จากการสำรวจ และ ศึกษา ระบบป้องกันอัคคีภัยในอาคารคุ่มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช นั้น ควรพิจารณาปรับปรุงอุปกรณ์เท่าที่มีอยู่ในอาคารให้สามารถใช้งานได้ตามปกติก่อนซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้งบประมาณมาก ส่วนถนนรอบอาคารควรจัดให้มีการเดินรถได้สะดวก มีสถานที่จอดรถดับเพลิงสามารถเข้าถึงเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ให้เป็นไปตามกฎหมาย ที่กำหนด ถึงแม้ว่าอาคารคุ่มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชเป็นอาคารในความรับผิดชอบของกองทัพอากาศจะมีได้อยู่ในความควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 แต่การจัดการป้องกันอัคคีภัยนั้นเป็นสิ่งที่ควรกระทำเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้มาใช้บริการ

### ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การดำเนินการป้องกันอัคคีภัยเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายและสามารถนำไปปฏิบัติได้ควรพิจารณาดำเนินการดังนี้

1. ควรมีการอบรมเจ้าหน้าที่ภายในตึกทุกคนเกี่ยวกับการดับเพลิงขั้นพื้นฐานทุกๆ สองถึงสามเดือนสลับกันไปเพื่อความพร้อมเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้จะได้ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้อง และมีการส่งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับอัคคีภัยภายในโรงพยาบาลไปศึกษาเกี่ยวกับอัคคีภัยโดยตรงเนื่องจากการสอบถาม มีเจ้าหน้าที่บางคนไม่เคยเข้าอบรมและยังไม่มีเจ้าหน้าที่คนใดที่จบเกี่ยวกับการป้องกันอัคคีภัยโดยตรงที่มาปฏิบัติงานภายในโรงพยาบาล
2. จัดให้มีการฝึกซ้อมการป้องกันอัคคีภัย และการอพยพผู้พักอาศัยในอาคาร อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้เจ้าหน้าที่เข้าใจวิธีปฏิบัติที่ถูกต้อง รวดเร็วและเป็นระเบียบ เพื่อป้องกันการสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน
3. ควรมีการจัดแต่งตั้งคณะกรรมการในการตรวจสอบระบบป้องกันอัคคีภัย โดยมีผู้อำนวยการด้านความปลอดภัย (Fire Safety Director) มีหน้าที่สั่งการ ตรวจสอบตามวงรอบและจัดการฝึกซ้อมหนีไฟ พร้อมด้วยคณะกรรมการสับเปลี่ยนหมุนเวียนกันทำหน้าที่เพื่อที่จะให้งานระบบป้องกันอัคคีภัยมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ควรมีผู้รับผิดชอบประจำชั้น (Floor Fire Wardens)
4. จัดทำแผ่นป้ายวิธีใช้อุปกรณ์ ชื่อผู้รับผิดชอบ หมายเลขโทรศัพท์ที่จำเป็นเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ติดไว้ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน และเพื่อให้เกิดขวัญและกำลังใจสำหรับเจ้าหน้าที่ที่ควรจัดทำรางวัลพร้อมใบประกาศเกียรติคุณ ขย่อง ชมเชย บุคคลที่ทำประโยชน์เกี่ยวกับการป้องกันอัคคีภัย

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงมหาดไทย. 2522. กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522. กรุงเทพมหานคร

บุญศักดิ์ ทรัพย์เชียวชาญ. 2551. การศึกษาการแผ่กระจายควันในบันไดที่ไม่มีปิดล้อมของอาคารสำนักงานโดยโปรแกรมพลศาสตร์ออคัลกีย กรณีสึกษา อาคารสำนักงานสูง 21 ชั้นในจังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปลอดภัย จันโกคา, นาวาอากาศตรี. 2550. การวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงต่ออัคคีภัยสำหรับอาคารที่พักอาศัยของกองทัพอากาศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย. 2545. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ประจำปี 2543-2544. ม.ป.ท.

สมยศ วงศ์สุข. 2552. โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบจำลองในการอพยพหนีไฟทางบันไดหนีไฟตามสมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อดุล นิลทิม. 2545. ประสิทธิภาพการดำเนินงานของฝ่ายดับเพลิงและกู้ภัยท่าอากาศยานกรุงเทพ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา.

National Fire Protection Association. 2003. **NFPA 101 Life Safety Code 2003 Edition.**

National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts.



## การคำนวณปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์ และ สารสะอาด HFC-227ea

การคำนวณปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์ ใช้ในการดับเพลิงห้องเครื่องยนต์โรงพยาบาล  
ภูมิพลฯ แบบฉีดเฉพาะจุด (Carbon dioxide System Design)

จากสูตร

$$\text{Vimaginary} = (\text{length} + 1.2 \text{ m.}) \times (\text{width} + 1.2 \text{ m.}) \times (\text{height} + 0.6 \text{ m.})$$

$$R = (\text{Vimaginary}) \times 16 \text{ Kg/min/m}^3$$

$$W = R \times D$$

W คือ ปริมาณสารที่ใช้ Kg

โดยที่ D คือ ค่าเวลาที่ยอมรับได้ในการดับเพลิง โดยใช้เวลาที่ 30 วินาที โดยเครื่องยนต์  
มีด้วยกัน 2 เครื่อง แต่ละเครื่อง กว้าง 1.5 เมตร ยาว 3.5 เมตร และสูง 2 เมตร สามารถคำนวณ  
ปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดังนี้

$$\text{Vimaginary} = (3.5 + 1.2) \times (1.5 + 1.2) \times (2 + 0.6)$$

$$= (4.7 \times 2.7 \times 2.6) \text{ m}^3$$

$$= 32.99 \text{ m}^3$$

$$R = (\text{Vimaginary}) \times 16 \text{ Kg/min/m}^3$$

$$= 32.99 \text{ m}^3 \times 16 \text{ Kg/min/m}^3$$

$$= 527.84 \text{ Kg/min.}$$

$$W = R \times D$$

$$= 527.84 \text{ kg/min} \times 0.5 \text{ min}$$

$$= 263.92 \text{ kg/เครื่อง}$$

ตามมาตรฐาน NFPA 12 ต้องเพิ่มอีก 40% ของน้ำหนักทั้งหมดที่เก็บ

$$W = 263.92 \text{ kg} \times 1.4$$

$$= 369.49 \text{ kg carbon dioxide}$$

มีเครื่องยนต์ 2 เครื่อง จะต้องใช้ปริมาณสาร  $\text{CO}_2$  เป็น  $369.49 \text{ kg} \times 2 = 738.98 \text{ kg.}$

การคำนวณหาปริมาณสารคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับถังน้ำมันสำรอง แบบฉีดเฉพาะจุด  
โดยถังน้ำมันสำรอง กว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร และ สูง 2 เมตร

จะได้

$$\text{Vimaginary} = (2 + 1.2) \times (2 + 1.2) \times (2 + 0.6)$$

$$= (3.2 \times 3.2 \times 2.6) \text{ m}^3$$

$$= 26.62 \text{ m}^3$$

$$R = (\text{Vimaginary}) \times 16 \text{ kg/min/m}^3$$

$$= 26.62 \text{ m}^3 \times 16 \text{ kg/min/m}^3$$

$$= 425.98 \text{ kg/min.}$$

$$W = R \times D$$

$$= 425.98 \text{ kg/min} \times 0.5 \text{ min}$$

$$= 212.99 \text{ kg/เครื่อง}$$

ตามมาตรฐาน NFPA 12 ต้องเพิ่มอีก 40% ของน้ำหนักทั้งหมดที่เก็บ

$$W = 212.99 \text{ kg} \times 1.4$$

$$= 298.17 \text{ kg carbon dioxide}$$

มีถังน้ำมันสำรอง 2 ถัง ดังนั้นจะต้องใช้ ปริมาณสาร CO2 เป็น  $298.17 \times 2 = 596.34 \text{ kg.}$

การคำนวณปริมาณสารสะอาด HFC-227ea แบบครอบคลุมทั้งห้อง

$$W = V \cdot C / S \cdot (100 - C)$$

W คือน้ำหนักของสาร กิโลกรัม

V คือปริมาณของห้อง

S คือปริมาตรจำเพาะ

C คือความเข้มข้นในการออกแบบไม่ควรน้อยกว่า 5 % หรือ C = 5

โดยใช้สูตร  $S = k_1 + k_2 (T)$

| Agents       | °F             |                | °C             |                |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|              | k <sub>1</sub> | k <sub>2</sub> | k <sub>1</sub> | k <sub>2</sub> |
| FK-5-1-12    | 0.9856         | 0.002441       | 0.0664         | 0.0002741      |
| HCFC Blend A | 3.612          | 0.0079         | 0.2413         | 0.00088        |
| HCFC - 124   | 2.3395         | 0.0058         | 0.1575         | 0.0006         |
| HCF - 125    | 2.72           | 0.00064        | 0.1825         | 0.0007         |
| HFC - 227ea  | 1.885          | 0.0046         | 0.1269         | 0.0005         |
| HFC - 23     | 4.725          | 0.0107         | 0.3164         | 0.0012         |
| HFC - 236fa  | 2.098          | 0.0051         | 0.1413         | 0.0006         |
| FIC - 1311   | 1.683          | 0.0044         | 0.1138         | 0.0005         |

จากการตรวจสอบภายในห้องควบคุมไฟฟ้ามีขนาดกว้าง 10 เมตรยาว 10 เมตร สูง 3 เมตร  
จากตารางจะได้  $k_1 = 0.1269$  และ  $k_2 = 0.0005$

$$S = 0.1269 + 0.0005 \times 25 \\ = 0.1394$$

ให้ค่าเข้มข้นในการออกแบบเป็น 7% จะได้ปริมาณสารเป็น

$$W = 300 \times 7 / 0.1394 (100 - 7) \\ = 161.94 \text{ กิโลกรัม}$$

### รายการคำนวณพัดลมอัดอากาศของอาคารคู้มเกล้า

อาคารคู้มเกล้าเป็นอาคารสูง 12 ชั้น ชั้นละ 14 ฟุต ต้องการระบบอัดอากาศที่ควบคุมผลต่างความดันบันไดกับอาคารต่ำสุด และสูงสุด 0.15 และ 0.40 in.WG ตามลำดับ ขณะที่อุณหภูมิภายนอกอาคารสำหรับเมืองไทย  $95^\circ\text{F}$  ( $555^\circ\text{R}$ ) และอุณหภูมิภายในอาคารปรับอากาศ  $76^\circ\text{F}$  ( $536^\circ\text{R}$ ) พื้นที่การไหลของอากาศระหว่างบันไดกับอาคารขณะประตูปิด  $A_{SB}$  มีค่า 0.30 ตารางฟุตต่อชั้น ขณะประตูเปิด  $A_{SB}$  มีค่า 10.00 ตารางฟุตต่อชั้น และพื้นที่การไหลของอาคารกับภายนอก  $A_{BO}$  มีค่า 1.25 ตารางฟุตต่อชั้น

ขั้นตอนการหาดังนี้

ขั้นที่ 1 หาค่าตัวประกอบอุณหภูมิจากสมการที่ (9) ได้  $b = 7.65 \times (1/555 - 1/536)$   
 $= -0.00049 \text{ in.WG/ft}$

ขั้นที่ 2 หาความสูงจำกัดจากสมการที่ (15) ได้

$$H_m = K_m (\Delta P_{Max} + \Delta P_{min}) / |1/555 - 1/536| \\ = 0.131 (0.4 + 0.15) / 0.00006387 \\ = 1128.07 \text{ ft}$$

ขั้นที่ 3 หาพื้นที่การไหลหวังผลระหว่างบันไดกับภายนอกทั้งขณะประตูปิดและเปิดจากสมการ(10)

ได้  $A_{SBOc}$  ขณะประตูภายในปิด จะได้  $= 0.3(1.25) / (0.3^2 + 1.25^2)^{1/2}$   
 $= 0.2917 \text{ ตารางฟุต}$

ได้  $A_{SBOe}$  ขณะประตูภายในเปิด จะได้  $= 10 (1.25) / (10^2 + 1.25^2)^{1/2}$   
 $= 1.24 \text{ ตารางฟุต}$

ชั้นที่ 4 คำนวณหาปริมาณอากาศที่ออกทางประตูที่เปิดบางส่วน ในที่นี้พิจารณาให้ประตู 4 ชั้น ล่าง เปิดเพื่อการหนีไฟโดยในเมื่อร้อน ผลต่างความดันต่ำสุดจะเกิดบริเวณส่วนบนของบันได ดังนั้น

$\Delta P_{SBt}$  มีค่า 0.15 in.WG จะหาผลต่างความดันบันไดกับภายนอกได้จากสมการที่ (12) จะได้

$$\Delta P_{SB} = \Delta P_{SO} / \{1 + (A_{SB}/A_{BO})^2\}$$

$$0.15 = \Delta P_{SO} / \{1 + (0.3 / 1.25)^2\}$$

$$\Delta P_{SO} = 0.1586 \text{ in.WG}$$

แทนค่า Y ด้วยความสูงของบันได และ b จะได้

$$\Delta P_{SOY} = \Delta P_{Sob} + by$$

$$0.1586 = \Delta P_{Sob} + (-0.00049) (168)$$

$$\Delta P_{Sob} = 0.241 \text{ in.WG}$$

$$\text{ได้สมการ } \Delta P_{Soy} = 0.241 - 0.00049 (Y)$$

ต่อไปหาความสัมพันธ์ของ  $\Delta P_{SBy}$  โดยวิธีการเดียวกัน ในสมการที่ (11) เพื่อหาค่า  $\Delta P_{SBb}$

$$\Delta P_{SBy} = \Delta P_{SBb} + by / \{1 + (A_{SB}/A_{BO})^2\}$$

$$0.15 = \Delta P_{SBb} + (-0.00049) (168) / [1 + (0.3/1.25)^2]$$

$$0.15 = \Delta P_{SBb} - 0.0778$$

$$\Delta P_{SBb} = 0.2278$$

$$\text{ได้สมการ } \Delta P_{SBy} = 0.2278 - 0.00046Y$$

หาปริมาณอากาศที่ไหลออกจากประตู 4 ชั้นล่างขณะเปิด โดยการใช้สมการที่ (16) และ (17) ผลต่างความดัน

$\Delta P_b$  และ  $\Delta P_t$  จะหาความดันระหว่างบันได กับภายนอกที่เกิดขึ้นที่ชั้นล่างสุด แทนค่า

$$\Delta P_{SOYO \text{ ft}} = 0.241 \text{ in.WG}$$

และชั้นที่ 4 จะได้

$$\Delta P_{SOY \text{ 56ft}} = 0.241 - (0.00049) (56)$$

$$= 0.2136$$

แทนค่า  $A_{SBOe}$  ขณะประตูภายในเปิด 1.24 ตารางฟุต จะได้

$$G = 1740 ((0.2136)^{3/2} - (0.241)^{3/2}) / (0.2136 - 0.241)$$

$$G = 1244.18$$

นำไปแทน

$$Q_1 = GNA_e$$

$$= 1244 (4) (1.24)$$

$$= 6171.44 \text{ cfm.}$$

ชั้นที่ 5 คำนวณหาปริมาณที่อากาศไหลออก ทางประตู 8 ชั้นที่ เหลือโดยใช้สมการที่ (16) และ (17) ขณะที่ประตูปิด  $\Delta P_b$  และ  $\Delta P_i$  หาความดันระหว่างบันไดกับอาคารที่เกิดขึ้นตั้งแต่ชั้นที่ 4

$$\begin{aligned}\Delta P_{SBY} &= 0.2278 - 0.00046 (56) \\ &= 0.202 \text{ in.WG}\end{aligned}$$

$$\text{จนถึงชั้นบนสุด } \Delta P_{SBY(168ft)} = 0.15 \text{ in.WG}$$

แทนค่า  $A_{SBOe}$  ขณะประตูภายในปิด 0.3 ตารางฟุต จะได้

$$\begin{aligned}G &= 1740 [(0.15)^{3/2} - (0.202)^{3/2}] / (0.15 - 0.202) \\ &= 1093.9547\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_2 &= 1093.9547 (8) (0.3) \\ &= 2,625.49 \text{ cfm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q &= Q_1 + Q_2 \\ &= 6171.44 + 2625.49 \\ &= 8,796.93 \text{ cfm}\end{aligned}$$

สำหรับการกำหนดขนาดพัดลมที่ถูกต้องควรเพื่อให้สามารถปรับแต่งได้ระหว่างการติดตั้ง โดยกำหนดค่า safety Factor 20 – 30 % ดังนั้นควรใช้ขนาดพัดลม 11,436 cfm

### การคำนวณหาความจุของผู้ใช้อาคารและเวลาในการอพยพหนีไฟ

#### การคำนวณหาความจุของผู้ใช้อาคาร

จำนวนคนในแต่ละชั้นของเส้นทางหนีไฟ โดยมีค่าตัวแปร

| ชนิดของอาคารที่ใช้                                           | ตารางฟุต / คน | ตารางเมตร / คน |
|--------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
| ส่วนรักษาของผู้ป่วย Inpatient treatment departments.         | 240           | 22.3           |
| ผู้ป่วยที่สามารถเดินได้ Ambulatory health care               | 100           | 9.3            |
| ห้องเก็บของ In other than storage and mercantile occupancies | 500           | 46.5           |
| ห้องทำงาน Business, office                                   | 100           | 9.3            |

ชั้นที่ 11 – 12 เป็นห้องผู้ป่วยพิเศษ แต่ละชั้นมีพื้นที่ 2956 ตารางเมตร แต่ละชั้นประกอบไปด้วย

- ห้องผู้ป่วยจำนวน 36 ห้อง ขนาด 27.31 ตารางเมตร รวมพื้นที่ 983.16 ตารางเมตร
  - ห้องผู้ป่วยจำนวน 3 ห้อง ขนาด 50 ตารางเมตร รวมพื้นที่ 150 ตารางเมตร
  - ห้องทำงานพยาบาลจำนวน 3 ห้อง ขนาด 50 ตารางเมตร รวมพื้นที่ 180 ตารางเมตร
  - ห้องจัดยาจำนวน 1 ห้อง ขนาด 50 ตารางเมตร รวมพื้นที่ 50 ตารางเมตร
  - ห้องเก็บของจำนวน 1 ห้อง ขนาด 50 ตารางเมตร รวมพื้นที่ 50 ตารางเมตร
- รวม 1,413.16 ตารางเมตร

พื้นที่ทางเดินห้องน้ำและบันไดหนีไฟมีพื้นที่  $2956 - 1413.16 = 1,542.84$  ตารางเมตร

| ห้อง                              | พื้นที่แต่ละห้อง<br>(ตารางเมตร) | ตัวแปร<br>ที่ใช้ | ชนิด               | จำนวนคน<br>แต่ละห้อง | รวมจำนวน<br>คน     |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| ห้องผู้ป่วย (จำนวน 36 ห้อง)       | 27.31                           | 22.3             | Health Care<br>Use | 2                    | $2 \times 36 = 72$ |
| ห้องผู้ป่วย (จำนวน 5 ห้อง)        | 50                              | 22.3             | Health Care<br>Use | 3                    | $3 \times 3 = 9$   |
| ห้องทำงานพยาบาล<br>(จำนวน 3 ห้อง) | 60                              | 9.3              | Business           | 7                    | $7 \times 3 = 21$  |
| ห้องจัดยา                         | 50                              | 9.3              | Business           | 6                    | $6 \times 1 = 6$   |
| ห้องเก็บของ                       | 50                              | 46.5             | Business           | 2                    | $2 \times 1 = 2$   |
| รวม                               |                                 |                  |                    |                      | 110                |

ดังนั้นพื้นที่ทางเดินห้องน้ำและบันไดหนีไฟมีจำนวน  $1542.84/9.3 = 166$  คน

ดังนั้นทั้งชั้นมีจำนวนผู้ใช้อาคารในชั้น 11 – 12 ชั้น ละเท่ากับ 276 คน

ชั้นที่ 4 – 10 เป็นผู้ป่วยที่สามารถพอดินและช่วยเหลือตัวเองได้ มีขนาดพื้นที่แต่ละชั้น 2,956 ตารางเมตร

- มีห้องผู้ป่วยจำนวน 36 ห้อง ขนาด 27.31 ตารางเมตร รวมพื้นที่ 983.16 ตารางเมตร
  - ห้องผู้ป่วยจำนวน 3 ห้อง ขนาด 50 ตารางเมตร รวมพื้นที่ 150 ตารางเมตร
  - ห้องทำงานพยาบาลจำนวน 3 ห้อง ขนาด 60 ตารางเมตร รวมพื้นที่ 180 ตารางเมตร
  - ห้องธุรการและสันทนการจำนวน 1 ห้อง ขนาด 50 ตารางเมตร
- รวมพื้นที่ 50 ตารางเมตร
- ห้องเก็บของจำนวน 1 ห้อง ขนาด 50 ตารางเมตร รวมพื้นที่ 50 ตารางเมตร

| ห้อง                              | พื้นที่แต่ละห้อง<br>(ตารางเมตร) | ตัวแปรที่<br>ใช้ | ชนิด               | จำนวนคน<br>แต่ละห้อง | รวมจำนวน<br>คน      |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| ห้องผู้ป่วย<br>(จำนวน 36 ห้อง)    | 27.31                           | 9.3              | Health Care<br>Use | 3                    | $3 \times 36 = 108$ |
| ห้องผู้ป่วย<br>(จำนวน 3 ห้อง)     | 50                              | 9.3              | Health Care<br>Use | 6                    | $6 \times 3 = 18$   |
| ห้องทำงานพยาบาล<br>(จำนวน 3 ห้อง) | 60                              | 9.3              | Business           | 7                    | $7 \times 3 = 21$   |
| ห้องธุรการและ<br>สันทนการ         | 50                              | 9.3              | Business           | 6                    | $6 \times 1 = 6$    |
| ห้องเก็บของ                       | 50                              | 46.5             | Business           | 2                    | $2 \times 1 = 2$    |
| รวม                               |                                 |                  |                    |                      | 155                 |

ดังนั้นพื้นที่ทางเดินห้องน้ำและบันไดหนีไฟมีจำนวนคน  $1542 - 84/9.3 = 166$  คน ดังนั้น  
ทั้งชั้นมีจำนวนผู้ใช้อาคารในชั้น 4 – 10 ชั้นละ 321 คน

การนับจำนวนคนที่อยู่ในอาคารจึงนำค่าที่ได้จากการคำนวณมาคิดเนื่องจากมีค่ามากกว่า  
การนับจริง โดยการตรวจสอบบันไดหนีไฟจากชั้นที่ 4 – 12 นั้น ปรากฏว่ามีบันไดหนีไฟของ  
อาคารกลุ่มเกล้าทั้งสิ้น 6 เส้นทางหนีไฟ ซึ่งเพียงพอกับจำนวนคนของแต่ละชั้น เท่ากับว่าเมื่อเกิด  
เหตุเพลิงไหม้จริง คนภายในตึกจะอพยพหนีไฟออกจากอาคาร โดยจะไม่เกิดการรอคอยกัน  
เนื่องจากมีประตูหนีไฟเพียงพอกับที่มาตรฐานกำหนดไว้

เวลาในการอพยพหนีไฟอาคารกลุ่มเกล้าโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช จากชั้น 12 ลงมาถึง  
ชั้นที่ 4 ไปสู่ที่รวมพล ภายนอกอาคารนั้น สามารถคิดเวลาหนีไฟได้โดยมีข้อมูลหลัก ๆ ของทาง  
อาคารกลุ่มเกล้าที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

- แต่ละชั้นมีความสูง 4.25 เมตร จากพื้นถึงพื้น
- บันไดหนีไฟ กว้าง 1.4 เมตร โดยมีราวจับยื่นออกมา 6 เซนติเมตร โดยมีลูกตั้ง 7 นิ้ว  
ลูกนอน 11 นิ้ว มีที่สำหรับพัก 2 ชั้น ขนาด  $2 \times 2.3$  เมตร
- ประตูสู่บันไดหนีไฟกว่า 97 เซนติเมตร
- ทางไปสู่บันไดหนีไฟ (Corridors) 2.3 เมตร
- จากการคำนวณผู้ใช้อาคารมีจำนวน 321 คน

การคำนวณ Hydraulic flow

โดยการหาความเร็วในการออกของแต่ละบุคคลนั้น โดยใช้สูตรจากการทดลองจะได้

$$S = k - akD$$

โดยที่

$S$  = ความเร็วในการเดินทาง

$D$  = ความหนาแน่น (คน/ตารางเมตร) จากการทดลองความเร็วสูงสุด จะมีค่าความหนาแน่นเป็น 1.9 คน/ตารางเมตร

$K$  = ค่าคงที่ได้จากตารางที่ 5

โดย  $a = 0.266$  , เมื่อคำนวณความเร็วเป็นเมตรต่อวินาที

โดย

$$F_s = SD$$

$F_s$  = อัตราการเคลื่อนที่พิเศษ คน/วินาที/เมตร

$S$  = ความเร็วจากการเคลื่อนไหวน

$D$  = ความหนาแน่น คน/ตารางเมตร

โดยที่การคำนวณการเคลื่อนที่จะได้

$$F_c = F_s W_e$$

$F_c$  = การเคลื่อนที่จากการคำนวณ คน / วินาที

คำนวณเวลาในการอพยพ จากตารางที่ 4 จะได้

$$W_e = 1.4 - 0.3 = 1.1 \text{ เมตร}$$

ความกว้างที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ( $W_e$ ) = 1.1 เมตร สำหรับบันไดหนีไฟ

$$W_e = 0.97 - 0.3 = 0.67 \text{ เมตร สำหรับประตูหนีไฟ}$$

จากตารางที่ 8 เมื่อบันไดมีลูกตั้ง 7 นิ้ว ลูกนอน 11 นิ้ว จะได้

$$F_{s_n} = 1.01 \text{ คน/วินาที/เมตร}$$

ดังนั้น บันไดมีความเร็วจำกัด  $F_s = 1.01 \times 1.1$

$$= 1.111 \text{ คน/วินาที}$$

$$\text{หรือ} = 66.66 \text{ คน/นาที (บันไดหนีไฟ)}$$

และประตุมีความเร็วจำกัด  $F_{sm} = 1.32$  คน/วินาที/เมตร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นประตูหนีไฟมีความเร็ว } F_s &= 1.32 \times 0.67 \\ &= 0.8844 \text{ คน/วินาที} \end{aligned}$$

$$\text{หรือ} \quad = 53.064 \text{ คน/วินาที}$$

แสดงว่าเพื่อความปลอดภัยจะต้องนำค่าของประตู 0.8844 คน/วินาที มาใช้ในการคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad S &= k - akD \\ &= 1.08 - (0.266 \times 1.08 \times 1.9) \\ &= 0.53 \text{ m/s} \end{aligned}$$

และจากระยะทางระหว่างชั้น โดยใช้ตารางที่ 6 จะได้

$$4.25 \times 1.85 = 7.8625 \text{ เมตร}$$

ระยะทางระหว่างชั้นสุทธิโดยนับที่พักสำหรับบันไดหนีไฟ จะได้

$$7.8625 + (2 \times 2.3) = 12.4625 \text{ เมตร}$$

จะต้องใช้เวลาในการอพยพเป็น  $12.4625 / 0.53 = 23.514$  วินาที/ชั้น

จากการคำนวณหาจำนวนผู้ใช้อาคารตั้งแต่ชั้น 5 ถึงชั้นที่ 12 จะมีจำนวนคนทั้งหมดได้

$$\text{เท่ากับ } (2 \times 276) + (6 \times 315) = 2442 \text{ คน}$$

บันไดหนีไฟ 6 เส้นทาง จะได้

$$\frac{2442}{6} = 407 \text{ คน}$$

$$T_p = \frac{P}{FC}$$

$$= \frac{407}{0.8844}$$

$$= 460.99 \text{ วินาที}$$

พอถึงชั้น 4 จะใช้เวลาในการอพยพไปสู่พื้นที่ปลอดภัย  $460.99 + 23.514 = 483.713$  นาที

หรือ 8.06 นาที

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

|                              |                                                  |
|------------------------------|--------------------------------------------------|
| ชื่อ-นามสกุล                 | นาวาอากาศตรีวิชัย สุขกลิ่นดี                     |
| วัน เดือน ปี ที่เกิดวันที่   | 25พฤศจิกายน 2519                                 |
| สถานที่เกิด                  | จ.นครปฐม                                         |
| ประวัติการศึกษา              | ปริญญาตรี วิศวกรรมเครื่องกล โรงเรียนนายเรืออากาศ |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | หัวหน้าฝ่ายติดตั้ง เครื่องปรับอากาศ กองโรงงาน    |
|                              | กรมช่างโยธาทหารอากาศ                             |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน         | กองโรงงานกรมช่างโยธาทหารอากาศ                    |